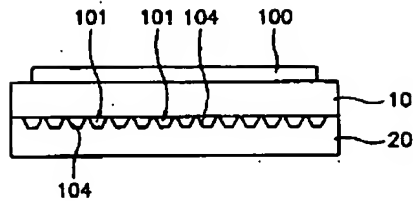


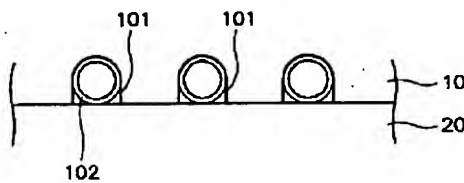
【图16】



【図19】



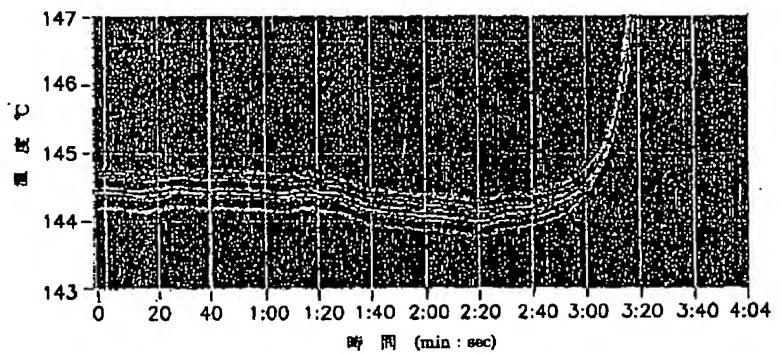
【図17】



【図20】

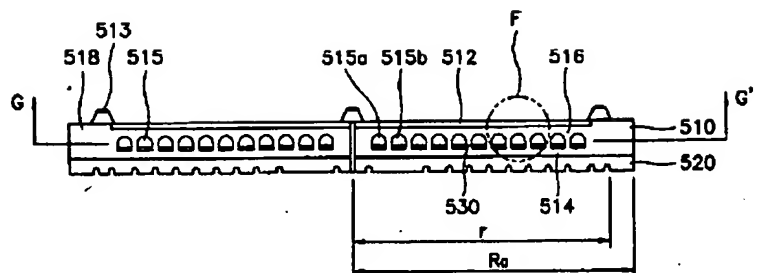
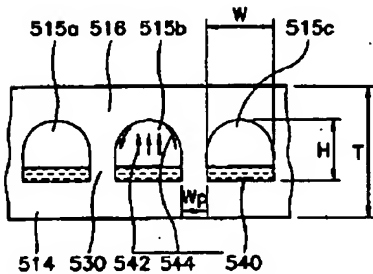


【图 21】



【図23】

【图24】



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-93795

(P2001-93795A)

(43)公開日 平成13年4月6日(2001.4.6)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	FI	テマコード*(参考)
H01L 21/027		G03F 7/40	511
// G03F 7/40	511	H01L 21/30	567

審査請求 未請求 請求項の数34 OL (全 19 頁)

(21)出願番号 特願2000-225991(P2000-225991)

(22)出願日 平成12年7月26日(2000.7.26)

(31)優先権主張番号 199930350

(32)優先日 平成11年7月26日(1999.7.26)

(33)優先権主張国 韓国(KR)

(71)出願人 390019839

三星電子株式会社

大韓民国京畿道水原市八達区梅羅洞416

(72)発明者 朴 賛勲

大韓民国ソウル市広津区広社洞(番地なし)現代エービーティ502棟1803号

(74)代理人 100064908

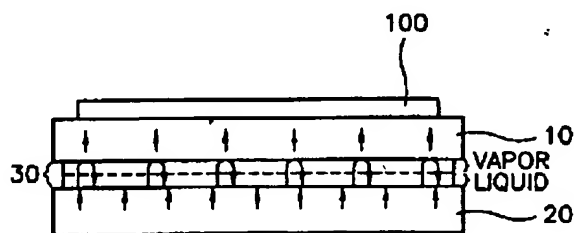
弁理士 志賀 正武 (外1名)

(54)【発明の名称】 ウェーハを加熱するための方法と装置及びウェーハ上にフォトレジストフィルムをバッキングするための方法と装置

(57)【要約】

【課題】 物体を加熱するために第1固体熱伝達媒体に熱を供給する。

【解決手段】 本発明は熱は第1固体熱伝達媒体で流体熱伝達媒体30に伝えられて、流体熱伝達媒体30は相互連結されてそれぞれ液体を内蔵した多数の蒸発孔に分割される。液体は多数の蒸発孔のそれぞれで熱により多数の蒸気部に蒸発されて、多数の蒸気部は物体に向かって上方に平行に案内される。蒸気部は第2固体熱伝達媒体と接して第2固体熱伝達媒体を加熱することによって、第2固体熱伝達媒体に熱を伝達する。第2固体熱伝達媒体は物体と熱的に接触して物体に熱を伝達する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1固状熱伝達媒体に熱を供給する段階と、

前記第1固状熱伝達媒体から流体熱伝達媒体に前記熱を伝達する段階と、

蒸気部と第2固状熱伝達媒体を連結して前記第2固状熱伝達媒体を加熱することによって前記熱を第2固状熱伝達媒体に伝達する段階と、そして前記第2固状熱伝達媒体と物体を熱的に連結して、前記第2固状熱伝達媒体から前記物体に前記熱を伝達する段階を含んでなり、

前記流体熱伝達媒体は相互連結されてそれぞれ液体を内蔵した多数の蒸発孔で分割されており、前記熱により前記液体が前記多数の蒸発孔内のそれぞれの多数の蒸気部に蒸発されて、前記多数の蒸気部は物体に向かって上方に平行に案内されることを特徴とする物体を均一に加熱するための方法。

【請求項2】 前記熱を発生させる段階と、

前記熱を下部の固状熱伝達媒体に伝達して前記下部の固状熱伝達媒体を加熱する段階と、そして前記下部の固状熱伝達媒体と前記第1固状熱伝達媒体を熱的に連結して前記熱を前記第1固状熱伝達媒体に伝達する段階をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の物体を均一に加熱するための方法。

【請求項3】 前記多数の蒸発孔それぞれの上部は湾曲された断面形状を有して、前記多数の蒸気部は前記多数の蒸発孔それぞれの上部で前記第2固状熱伝達媒体と接することを特徴とする請求項1に記載の物体を均一に加熱するための方法。

【請求項4】 前記多数の蒸気部は、一部が凝縮されて潜熱を発生させて、前記潜熱は前記第2固状熱伝達媒体に伝えられることを特徴とする請求項3に記載の物体を均一に加熱するための方法。

【請求項5】 前記多数の蒸気部を凝縮して前記液体で再生する段階をさらに含み、前記液体は前記蒸気部に反復的に蒸発して、前記蒸気部は前記液体状態で反復的に凝縮されて前記流体熱伝達媒体の前記蒸発孔それぞれで循環することを特徴とする請求項1に記載の物体を均一に加熱するための方法。

【請求項6】 前記蒸気部それぞれは、前記物体に向かって上方に案内される間に前記流体熱伝達媒体の隣接した蒸発孔内に内蔵された蒸気と部分的に混合されることを特徴とする請求項1に記載の物体を均一に加熱するための方法。

【請求項7】 前記流体熱伝達媒体の外周縁は円形であり、前記蒸気部それぞれは半径方向または円周方向に隣接した蒸発孔内に内蔵された蒸気部と混合されることを特徴とする請求項6に記載の物体を均一に加熱するための方法。

【請求項8】 前記流体熱伝達媒体の外周縁は円形であり、前記多数の蒸発孔の多数の同心円または螺旋形円に

分割されて、前記同心円または螺旋形円は多数の半径方向セクタで分割されることを特徴とする請求項1に記載の物体を均一に加熱するための方法。

【請求項9】 前記多数の半径方向セクタそれぞれのセクタ角は約10ないし20度であることを特徴とする請求項8に記載の物体を均一に加熱するための方法。

【請求項10】 前記物体はウェーハ上に塗布されたフォトリソグラフィフィルムであることを特徴とする請求項1に記載の物体を均一に加熱するための方法。

10 【請求項11】 前記液体はパーフルオロカーボン類の不活性溶媒で、その臨界温度は大気圧下で物体の目標温度に100℃を足した温度より高いことを特徴とする請求項1に記載の物体を均一に加熱するための方法。

【請求項12】 ウェーハにフォトリソグラフィ溶液を塗布してフォトリソグラフィフィルムを形成する段階と、

前記フォトリソグラフィフィルムを光に露出させる段階と、

第1固状熱伝達媒体に熱を供給する段階と、

前記第1固状熱伝達媒体から流体熱伝達媒体に前記熱を伝達する段階と、

20 蒸気部を第2固状熱伝達媒体に接触させて前記第2固状熱伝達媒体を加熱することにより、前記熱を前記第2固状熱伝達媒体に伝達する段階と、そして前記第2固状熱伝達媒体と前記ウェーハを熱的に接触させて前記第2固状熱伝達媒体から前記ウェーハに前記熱を伝達することによって、前記ウェーハ上に前記フォトリソグラフィフィルムをベイクする段階を含んでなり、

前記流体熱伝達媒体は、相互連結されそれぞれ液体を内蔵している多数の蒸発孔で分割されており、前記熱により前記液体が前記それぞれの蒸発孔で多数の蒸気部に蒸発して、前記多数の蒸気部は前記ウェーハに向かって上方に平行に案内されることを特徴とするウェーハ上にフォトリソグラフィフィルムをベイクするための方法。

【請求項13】 前記光は深紫外線光であることを特徴とする請求項12に記載のウェーハ上にフォトリソグラフィフィルムをベイクするための方法。

【請求項14】 前記フォトリソグラフィフィルムは、約140ないし150℃の温度で0.5ないし1.5分間ベイクすることを特徴とする請求項12に記載のウェーハ上にフォトリソグラフィフィルムをベイクするための方法。

【請求項15】 ウェーハ上にフォトリソグラフィ溶液を塗布してフォトリソグラフィフィルムを形成する段階と、

前記フォトリソグラフィフィルムを光に露出させる段階と、

前記露出されたフォトリソグラフィフィルムを現像して第1大きさの第1開口を有する第1フォトリソグラフィパターンを形成する段階と、そして前記第1フォトリソグラフィパターンをリフローさせ前記第1開口より小さな第2大きさの第2開口を有する第2フォトリソグラフィパターンを形成する段階を含んで、

50 前記第1フォトリソグラフィパターンをリフローさせる段階

は、  
 第1固体熱伝達媒体に熱を供給する段階と、  
 前記第1固体熱伝達媒体から流体熱伝達媒体に前記熱を伝達する段階と、  
 蒸気部を第2固体熱伝達媒体と接触させて前記第2固体熱伝達媒体を加熱することによって、前記第2固体熱伝達媒体に前記熱を伝達する段階と、そして前記第2固体熱伝達媒体と前記ウェーハを熱的に接触させて前記第2固体熱伝達媒体から前記ウェーハに前記熱を伝達することによって、前記第1フォトレジストがリフローされるように加熱する段階を含んで、  
 前記流体熱伝達媒体は相互連結されてそれぞれ液体を内蔵した多数の蒸発孔で分割されて、前記熱により前記液体が前記それぞれの蒸発孔内で多数の蒸気部に蒸発されて、前記多数の蒸気部は前記ウェーハに向かって上方に平行に案内されることを特徴とするフォトレジストパターンを形成するための方法。  
 【請求項16】 第1固体熱伝達媒体と、相互連結された多数の蒸発孔で分割されて、前記第1固体熱伝達媒体と熱的に結合された流体熱伝達媒体と、そして前記流体熱伝達媒体と熱的に結合されて前記物体と熱的に接する第2固体熱伝達媒体を含んで、前記多数の蒸発孔は、同一平面で前記第1固体熱伝達媒体と第2固体熱伝達媒体間で延長されることを特徴とする物体を加熱するための装置。  
 【請求項17】 前記流体熱伝達媒体の前記多数の蒸発孔内に密閉された液体をさらに具備することを特徴とする請求項16に記載の物体を加熱するための装置。  
 【請求項18】 加熱要素及び前記加熱要素と前記第1固体熱伝達媒体との間で熱的に結合される固体の下部熱伝達媒体をさらに具備することを特徴とする請求項16に記載の物体を加熱するための装置。  
 【請求項19】 前記加熱要素は、少なくとも一部分が前記固体の下部熱伝達媒体の下面に形成された溝に内蔵されることを特徴とする請求項18に記載の物体を加熱するための装置。  
 【請求項20】 前記溝は螺旋形状であり、前記螺旋形状のピッチは前記下面の中心部におけるよりも外周縁において短いことを特徴とする請求項19に記載の物体を加熱するための装置。  
 【請求項21】 前記第2固体熱伝達媒体は前記第1固体熱伝達媒体と一体で形成されることを特徴とする請求項16に記載の物体を加熱するための装置。  
 【請求項22】 前記第1及び第2固体熱伝達媒体及び前記流体熱伝達媒体はそれぞれ円形及び平面形状であることを特徴とする請求項16に記載の物体を加熱するための装置。  
 【請求項23】 前記流体熱伝達媒体の直径は、前記第1及び第2固体熱伝達媒体の直径の約0.9ないし0.98倍であることを特徴とする請求項22に記載の物体

を加熱するための装置。  
 【請求項24】 前記流体熱伝達媒体は、外周縁が円形であり、前記多数の蒸発孔の多数の半径方向セクタで分割された多数の同心円または螺旋形円で分割されることを特徴とする請求項22に記載の物体を加熱するための装置。  
 【請求項25】 前記流体熱伝達媒体内で前記液体の占有容積は流体熱伝達媒体容積の約15ないし25%であることを特徴とする請求項17に記載の物体を加熱するための装置。  
 【請求項26】 前記流体熱伝達媒体の厚さは前記第1及び第2固体熱伝達媒体と前記流体熱伝達媒体の総厚さの約40ないし60%であることを特徴とする請求項16に記載の物体を加熱するための装置。  
 【請求項27】 前記流体はパーフルオロカーボン類の不活性溶媒で、その臨界温度は大気圧下で物体の目標温度に100℃を足した温度より高いことを特徴とする請求項17に記載の物体を加熱するための装置。  
 【請求項28】 加熱要素と、前記加熱要素に熱的に結合される固体の下部熱伝達媒体と、前記固体の下部熱伝達媒体の上面に熱的に結合される第1固体熱伝達媒体と、ウェーハ装着面を具備して、前記ウェーハ装着面の反対側の面が前記第1固体熱伝達媒体に熱的に結合される第2固体熱伝達媒体と、そして前記第1及び第2固体熱伝達媒体間に形成されて相互連結された多数の蒸発孔により限定される流体熱伝達媒体を具備することを特徴とするウェーハを加熱するための装置。  
 【請求項29】 前記多数の蒸発孔は多数の同心円または螺旋形円で区画され、前記同心円または螺旋形円は多数の半径方向セクタで分割されることを特徴とする請求項28に記載のウェーハを加熱するための装置。  
 【請求項30】 前記多数の蒸発孔内に密閉された液体をさらに具備することを特徴とする請求項29に記載のウェーハを加熱するための装置。  
 【請求項31】 前記第1及び第2固体熱伝達媒体は円形であり、その直径が前記ウェーハ装着面の直径より大きいことを特徴とする請求項29に記載のウェーハを加熱するための装置。  
 【請求項32】 前記第1及び第2固体熱伝達媒体は一体で形成されることを特徴とする請求項31に記載のウェーハを加熱するための装置。  
 【請求項33】 前記加熱要素は、前記固体の下部熱伝達媒体の下面に形成された螺旋形溝に配置されることを特徴とする請求項28に記載のウェーハを加熱するための装置。  
 【請求項34】 前記多数の蒸発孔それぞれの上部は、湾曲された断面形状を有することを特徴とする請求項28に記載のウェーハを加熱するための方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はウェーハ加熱方法、ウェーハ上にフォトリソグラフィフィルムをベイクするための方法、ウェーハ加熱装置、及びウェーハ上にフォトリソグラフィフィルムをベイクするための装置に関するもので、より詳細にはフォトリソグラフィパターンを形成するためのフォトリソグラフィ工程中にウェーハを均一に加熱する方法、フォトリソグラフィパターンを形成するためにウェーハ上にフォトリソグラフィフィルムを均一にベイクする方法、前記加熱方法を遂行するための装置、及び前記ベイク方法を遂行するための装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体素子を製造する方法は通常フォトリソグラフィ工程を含み、フォトリソグラフィ工程中にウェーハを液体フォトリソグラフィに塗布してフォトリソグラフィフィルムを形成する。光源により生成されてマスクまたはレチクル(reticle)を通過した光にフォトリソグラフィフィルムを露出させてフォトリソグラフィフィルムにパターンを形成する。その後、パターンを現像し、前記過程をたどる間に数回ウェーハを所定温度で加熱する。

【0003】したがって、前記フォトリソグラフィ工程を遂行する装置はフォトリソグラフィ塗布器(coater)、露光装置、現像器、及びベイクユニットを必要とする。このような技術において現在の傾向は、フォトリソグラフィ塗布器、現像器及びベイクユニットが一つの場所に密集しているシステムを使用して、装置から装置にウェーハを移送することに必要な距離を最小化してそれによりウェーハを移送することに必要な時間を最小化することである。換言すれば、密集型システムは、高い効率で従来のフォトリソグラフィ工程を遂行することができる。

【0004】フォトリソグラフィ塗布器は、通常、ウェーハを所定速度で回転させながら、回転するウェーハにフォトリソグラフィ溶液を噴射するスピンコーティング方法を遂行するタイプのものである。その結果、フォトリソグラフィ溶液は遠心力によりウェーハ上に均一に噴射される。

【0005】半導体素子を製造する間にウェーハを加熱する工程は一般的に四つの段階の工程を含む。第1段階はウェーハを所定の温度で加熱してウェーハ表面の有機物または異物を蒸発させる予備焼きなまし(pre-baking)段階である。第2段階はフォトリソグラフィをウェーハに塗布した直後にウェーハを加熱してフォトリソグラフィを乾燥させてウェーハの表面にフォトリソグラフィフィルムを堅固に付着させるソフトベイク段階である。第3段階は露出されたフォトリソグラフィを加熱する露光後ベイク段階である。第4段階はフォトリソグラフィフィルムを現像するやいなやウェーハを加熱して生成されたフォトリソグラフィパターンをウェーハ表面に堅固に付着させるハー

ドベイク段階である。

【0006】露光装置が紫外線光源と深紫外線光源を具備する場合、光は回折してウェーハのような基板の反射率及び屈折率と光が照射されるフォトリソグラフィフィルムの吸収度によって干渉を起こす。次いで、干渉現象によりフォトリソグラフィのパターン形態が非正常的になってパターンの線幅が不均一になる。露光後ベイク段階は前記問題を補償するように行われる。

【0007】露光後ベイク段階で、露光されたフォトリソグラフィフィルムは、所定温度で加熱して熱拡散により光分解された樹脂を再配列することによって露光されたパターンのプロファイル断面が洗浄される。露光で紫外線光を使用する場合に、化学的に増幅されたレジストをフォトリソグラフィとして使用する。化学的に増幅されたレジスト中の一部は、熱処理されて現像液により溶解できる酸状態に変わる。また、化学的に増幅されたレジストは連鎖反応により変化されて、そのため露光後ベイク段階でウェーハ全体に均一に加えられた熱は、フォトリソグラフィパターンの線幅を均一にすることに最も大きな影響を及ぼす。

【0008】したがって、収率を向上させることにおいてウェーハ表面全体を均一に加熱することが非常に重要である。図1に示したように、従来のベイクユニットの加熱装置は、電気的熱源、すなわちヒーター21に設置される下部板2を含む。ヒーター21は、ウェーハ100を支持する上部板1の下面の真下に配置されている。図2と図3を参照すれば、前記下部板2の上面に螺旋形溝22が形成され、ヒーター21は前記溝22に固定される。このような構造はヒーター21で発生した熱が下部板2で上部板1に伝えられて上部板1上のウェーハ100を加熱するようになる。また、下部板2に装着された温度センサー(図示せず)を利用して上部板1の温度を検出することによってヒーター21の電力をフィードバック方式で制御して、温度を所定範囲内で維持させる。従来の加熱装置は、上部板1と下部板2のそれぞれの本体を通じて熱を伝達する。したがって、以下で説明するように、上部板1の表面は熱分布が不均一になる。

【0009】図4は従来の加熱装置で加熱したウェーハの表面での温度分布を例示した線図で、隣接した等温線間の温度差は約0.02℃である。図4に図示したように、温度分布が不規則的で非正常的に歪曲されており、最低温度と最高温度の差は約1.76℃である。図面で、ウェーハの中心部を通る太い等温線(A)は145.31℃を表し、等温線(B)は146.28℃を表し、等温線(C)は144.32℃を示す。このような温度分布を通じて分かるように、ウェーハ表面の温度は太い等温線(A)の一侧で徐々に高まりウェーハの周縁部では146.28℃まで上昇して、太い等温線(A)の他の側部では徐々に低くなりウェーハの他の周縁部では144.32℃まで落ちる。このように不規則な温度分布と大きい

温度差は前述したように収率に相当な影響を及ぼす。したがって、あらゆる方法を利用してウェーハを加熱することによって発生した温度分布を改善しなければならない。

【0010】図5は従来の加熱装置で加熱したウェーハの温度変化を示した温度-時間グラフであり、図6はウェーハ表面の温度を測定した位置を示した図面である。温度測定位置は、ウェーハ表面の中心部及びその中心部と同心である二つの円弧上の種々の地点である。

【0011】前述した地点で読み出した温度の変化を参照すれば、図5に示したように、温度は決められた時間と測定地点ごとに非常に違っている。その上、所定の時間が経過した後に、温度は急激に落ちる(図面でD区域)。このように大きな温度差はウェーハだけでなくウェーハ上に形成されたフォトレジストフィルムにも重大な熱衝撃を加えるようになる。このような熱衝撃はフォトレジストフィルムの物理化学的性質に悪影響を及ぼす。

【0012】したがって、前述した従来の加熱装置はウェーハ上に正常的な形態と均一な線幅を有するフォトレジストを形成することにおいてうまくフォトリソグラフィ工程を行うことを妨害する。このような問題点は、パターン設計が回路の高集積化に対する要求に相応して順次微細化されることによって(例えば、0.25 $\mu$ m、0.18 $\mu$ m、及び0.15 $\mu$ m)、特に深刻化している。したがって、従来の加熱装置は収率を向上させることに障害になっている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】前述した点を考慮して、本発明の第1目的はウェーハのような物体を均一に加熱するための方法と装置を提供することにある。

【0014】本発明の第2目的はウェーハ及びウェーハ上に形成されたフォトレジストフィルムに加えられる熱衝撃を回避し又は少なくとも最小化するためにウェーハを均一に加熱するための方法と装置を提供することにある。

【0015】本発明の第3目的は加えられた熱衝撃を回避し又は少なくとも最小化して熱衝撃により誘発された線幅変化を減らすためにウェーハ上のフォトレジストフィルムを均一にベイクングするための方法と装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明の一様態によれば、物体を均一に加熱するための方法において、第1固体熱伝達媒体に熱を供給する。前記熱は前記第1固体熱伝達媒体から相互連結されてそれぞれ液体が内蔵された多数の蒸発孔で分割された流体熱伝達媒体に伝えられる。前記熱により前記液体が前記それぞれの蒸発孔内で多数の蒸気部に蒸発され、前記多数の蒸気部は前記物体に向かって上方に平行に案内される。前記蒸気部は第2

固体熱伝達媒体と接触して前記第2固体熱伝達媒体を加熱することによって、前記第2固体熱伝達媒体に熱を伝達する。前記第2固体熱伝達媒体は前記物体と熱的に接触して前記熱を前記物体に伝達する。

【0017】本発明の他の様態によれば、ウェーハ上にフォトレジストフィルムをベイクングするための方法において、ウェーハにフォトレジスト溶液を塗布してフォトレジストフィルムを形成する。前記フォトレジストフィルムを光に露出させた後、前記ウェーハを高熱板上に移送する。高熱板で、第1固体熱伝達媒体に熱を供給する。前記熱は第1固体熱伝達媒体から相互連結されてそれぞれ液体が内蔵された多数の蒸発孔に分割された流体熱伝達媒体に伝えられる。前記熱により前記液体はそれぞれの蒸発孔内で多数の蒸気部に蒸発して、前記多数の蒸気部は前記ウェーハに向かって上方に平行に案内される。前記蒸気部は第2固体熱伝達媒体と接触して前記熱を前記第2固体熱伝達媒体に伝達する。前記第2熱伝達媒体は前記物体と熱的に接触して前記熱を前記ウェーハに伝達する。

【0018】本発明のまた他の様態によれば、ウェーハを加熱するための前述した方法は、フォトレジストパターンを形成することにも利用することもできる。ウェーハ上にフォトレジスト溶液を塗布した後、前記フォトレジストフィルムを深紫外線光のような光に露出させる。前記露出されたフォトレジストフィルムは、現像して第1大きさの第1開口を有する第1フォトレジストパターンを形成する。前述した加熱方法で前記ウェーハを所定温度で加熱して、前記第1フォトレジストパターンをリフローさせ前記第1大きさより小さな第2大きさを有する第2開口を具備した第2フォトレジストパターンを形成する。

【0019】本発明の他の様態によれば、物体を加熱するための装置は、第1固体熱伝達媒体と、相互連結された多数の蒸発孔に分割されて前記第1固体熱伝達媒体と熱的に結合された流体熱伝達媒体を含む。前記装置は、前記流体熱伝達媒体と熱的に結合されて前記物体と熱的に接触する第2熱伝達媒体をさらに含む。前記多数の蒸発孔は前記第1固体熱伝達媒体と前記第2固体熱伝達媒体との間の同一平面上で延長される。

【0020】本発明のまた他の様態によれば、ウェーハを加熱するための装置は、加熱要素、前記加熱要素と熱的に結合された固体の下部熱伝達媒体、前記固体の下部熱伝達媒体の上面に熱的に結合される第1固体熱伝達媒体、そしてウェーハ装着面を具備して前記ウェーハ装着面の反対側の面が前記第1固体熱伝達媒体と熱的に結合される第2固体熱伝達媒体を含む。前記装置は、前記第1固体熱伝達媒体と前記第2固体熱伝達媒体間に位置して相互連結された多数の蒸発孔により形成された流体熱伝達媒体をさらに含む。

【0021】以上のような本発明の目的と別の特徴及び



長所などは次に参照する本発明の好適な実施形態に対する以下の説明から明確になるであろう。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の望ましい実施形態に対して詳細に説明する。まず、図7を参照すれば、本発明の第1実施形態によるウェーハ加熱装置は、ウェーハ100との接触方向に前記ウェーハ100を支持する固体熱伝達媒体10、熱源20、及び前記固体熱伝達媒体10と前記熱源20との間に配置される流体熱伝達媒体30を含む。

【0023】前記流体熱伝達媒体30の状態は、前記媒体を前記熱源20に加熱して前記媒体を冷却させることによって蒸気状態と液体状態で相変化させることができる。ここで、前記固体熱伝達媒体10と前記熱源20での矢印は熱の移動方向を表して、前記流体熱伝達媒体30での矢印は前記流体熱伝達媒体30の移動方向を示す。前記固体熱伝達媒体10に隣接した前記流体熱伝達媒体30のうち一部は蒸気状態(vapor)であり、前記熱源20に隣接した前記流体熱伝達媒体30のうち一部は液体状態(liquid)である。前記流体熱伝達媒体30は前記熱源20から熱を吸収して、前記固体熱伝達媒体10に向かって移動して、移動中に蒸発する。前記流体熱伝達媒体30の蒸気が前記固体熱伝達媒体10と接触すれば、前記流体熱伝達媒体30の蒸気は前記固体熱伝達媒体10に熱を伝達する。

【0024】前記熱が伝えられれば前記蒸気は冷却されて凝縮され、生成された液体は前記熱源20に向けて移動する。前記流体熱伝達媒体30が前記熱源20から熱を吸収して前記固体熱伝達媒体10に熱を伝達する過程は連続的なサイクルであり、その間に前記流体熱伝達媒体30の相変化が連続的に生じる。前記流体熱伝達媒体の相変化は前記流体熱伝達媒体の臨界温度及び圧力によって左右される。

【0025】前記熱伝達サイクルは本発明による閉鎖空間で生じて、従来の加熱装置で発生する前記熱伝達サイクルに比べて非常に早い。本発明の前記流体熱伝達媒体は前記固体熱伝達媒体10の表面に熱を迅速かつ均一に伝達して、前記固体熱伝達媒体10の表面に熱が伝えられるやいなや前記熱は前記固体熱伝達媒体10が支持している前記ウェーハ100で均一に伝えられる。したがって、前記ウェーハ100の表面は前記熱により迅速かつ均一に加熱されて、前記固体熱伝達媒体10全体にわたり均一に分布される。

【0026】図8及び図9に示したように、前記熱源20は加熱用電気コイルを具備するヒーター203と前記ヒーター203が内蔵される上部及び下部ヒーターブロック201、202を含む。より詳細には、前記ヒーター203は前記上部ヒーターブロック201の下面または前記下部ヒーターブロック202の上面に形成された溝204に内蔵される。

【0027】本発明の第2実施形態によれば、前記流体熱伝達媒体30が内蔵される空間は、図10に示したように多数の区域に分割することができる。

【0028】図10を参照すれば、多数のパーティション301が前記固体熱伝達媒体10と前記熱源20との間に設置される。したがって、前記流体熱伝達媒体30は、前記多数のパーティション301により分割された前記区域内に位置して、前記多数のパーティション301により決められた独立の空間で相変化が生じる。

10 【0029】前記パーティション301は、図11

(A)と図11(B)に図示したように長方形または蜂の巣形状の格子302とから構成することもできる。前記格子302のユニットの断面は、前記ユニットが前記流体熱伝達媒体30に対して毛細管の役割をするように構成することが望ましい。

【0030】図12を参照すれば、本発明の第3実施形態によれば、不連続断面を有する耐火性の多孔性本体303は、前記熱源20と接触している前記格子302のユニット内に提供される。前記流体熱伝達媒体30が、前記耐火性の多孔性本体303に充填される。したがって、前記耐火性の多孔性本体303の空洞内に含まれた前記流体熱伝達媒体30を速かに加熱して蒸発させることができる。また、前記空洞は毛細管役割をして、前記流体熱伝達媒体30の移動を促進させる。

【0031】これとは別に、図13に示したように、本発明の第4実施形態による耐火性の多孔性本体303は前記固体熱伝達媒体10と前記熱源20との間に配置された単一体である。この場合に、前記耐火性の多孔性本体303は前記熱源20と前記固体熱伝達媒体10すべての内面または前記熱源20または前記固体熱伝達媒体10の内面に堅固に接着される。

【0032】図14と図15は本発明の第5実施形態による加熱装置を示す。本実施形態において、前記固体熱伝達媒体10は前記熱源20に接着されて、前記流体熱伝達媒体30が内蔵された溝101は前記固体熱伝達媒体10と前記熱源20との間の境界面に形成されている。

【0033】特に、前記溝101は前記固体熱伝達媒体10の底面に形成されている。しかし、前記溝101はいくつかの環境で前記熱源20の表面に形成することもできる。前記溝101は前記固体熱伝達媒体10と前記熱源20との間の境界面で閉鎖ループを形成し、前記閉鎖ループを通じて前記流体熱伝達媒体30が循環することができる。前記溝101の端部101aは前記固体熱伝達媒体10または前記熱源20の側面で開放されており、前記流体熱伝達媒体30が前記溝101内に位置することができる。栓10aで前記溝101の開放端部101aを密閉する。

【0034】前述した構成において、前記流体熱伝達媒体30が前記溝101に沿って循環する間に、前記流体

## 11

熱伝達媒体30は前述したように熱吸収及び熱伝達によって相が変わる。前記流体熱伝達媒体30のループは、前記固体熱伝達媒体10と前記熱源10が互いに直接接する部分で終了される。したがって、熱は、前記固体熱伝達媒体10と前記熱源20の接点部を通じて前記熱源20から前記固体熱伝達媒体10にさらに伝えられる。【0035】しかし、前記溝101内で循環する前記流体熱伝達媒体30を通した熱伝達は、前記固体熱伝達媒体10と前記熱源20の接点部を通じて直接熱伝達することよりはるかに速い速度で進行される。

【0036】一方、前記溝101は、単一閉鎖ループの形状とは別の形状を有することができる。すなわち、前記固体熱伝達媒体10の前記下面または前記熱源20の表面に多数の溝101を形成することができる。前記多数の溝101は、前記固体熱伝達媒体10と前記熱源20との間の前記境界面を横切る長方形の隙間に位置する。それぞれの溝は不連続閉鎖空間を形成して、前記不連続閉鎖空間で前記流体熱伝達媒体30の相が変わる。

【0037】図16は本発明の第6実施形態を表し、前記実施形態で前記溝101は前述したように多数の独立空間を形成する。図16を参照すれば、多数の溝101は前記熱源20の前記上部面に形成される。前記溝101を互いに分離する壁部104は三角形断面形状を有する。それぞれの三角形壁部104の頂点は前記固体熱伝達媒体10の前記下面と接する。前記壁部104と前記固体熱伝達媒体10間の接触を最小化することによって、前記固体熱伝達媒体10から前記壁部104への熱伝達が最小化される。

【0038】図17は本発明の第7実施形態を表し、前記実施形態で冠状体102が前記溝101内で延長され\*

## 12

る。前記流体熱伝達媒体は前記冠状体102内に内蔵される。前述した構造において、前記溝101は、前記固体熱伝達媒体10と前記熱源20との間の境界面で前記閉鎖ループ内に延長される。

【0039】図18を参照すれば、前記冠状体102は、前記流体熱伝達媒体30の相変化を促進させるために前記流体熱伝達媒体30と接するピン103を含む。前記ピン103は前記冠状体102に沿って前記流体熱伝達媒体30が移動する方向の軸方向に延長される。前記ピン103の代替物として、所定の厚さを有する多孔性層を前記冠状体102の内壁部上に形成することができる。

【0040】前述したように本発明によれば、前記流体熱伝達媒体は、半導体製造工程、例えばフォトリソグラフィ工程中にウェーハを加熱するように設定された所定の温度範囲内でその相が蒸気と液体との間で変更できるものでなければならない。ウェーハを加熱する目標温度が200℃と300℃である点を考慮すれば、前記流体熱伝達媒体は水、エタノール、メタノール、アセトン、アンモニア、またはフロン（商標）でありうる。しかし、前記流体熱伝達媒体は水、エタノール、メタノール、アセトン、アンモニア、またはフロン（商標）に限定されない。

【0041】特に、本発明の多様な実施形態に使用する液体を選択することは、物体を加熱する温度範囲によって大きく左右されることである。本発明を限定しなかったが、下の表は表示した温度範囲で使用できる液体の種々の例を示す。

【表1】

-273℃~-120℃	-120℃~470℃	450℃~2700℃
ヘリウム アルゴン 窒素	水 エタノール メタノール アセトン アンモニア フロン	セシウム ナトリウム リチウム

【0042】その上、前記固体熱伝達媒体用材料の選択は使用する液体によって大きく左右される。本発明を限定しなかったが、次の表は表示した流体を推奨される材

※料または適合しない材料の例を示す。

【0043】

【表2】

	適合な材料	非適合な材料
アンモニア	アルミニウム、炭素鋼、 ステンレス鋼、ニッケル	銅
アセトン	アルミニウム、銅、 ステンレス鋼、シリカ	
メタノール	銅、ステンレス鋼、 ニッケル、シリカ	アルミニウム

【表3】



13 木	銅、 347ステンレス鋼	14 アルミニウム、ニッケル、 ステンレス鋼、炭素鋼、 インコネル(Inconel)、 シリカ
テルミックス(Thermex)	銅、シリカ、 ステンレス鋼	

【0044】＜表面温度分布1＞図19と図20は本発明の一実施形態による加熱装置で加熱したウェーハの表面温度分布を示した等温線図である。前記図面から分かるように、前記等温線は環形であり、前記ウェーハの中心部は高温であり、前記温度は前記中心部で始まって前記ウェーハの周縁部に向かって移動するほど均一なパターンで低くなる。図20に示した等温分布が図19に図示された等温分布より望ましいということは確かである。

【0045】図19の等温線図で、最高温度と最低温度との間の温度差は0.73℃であり、太い等温線は155.63℃を表して、前記ウェーハ中心部での温度は156.00℃であり、ウェーハ周縁部の最低温度は155.26℃である。図20の等温線図で、最高温度と最低温度との間の温度差は0.72℃であり、太い等温線は155.63℃であり、前記ウェーハ中心部での温度は155.96℃であり、前記ウェーハ周縁部の最低温度は155.32℃である。

【0046】図19と図20から分かるように、前記ウェーハの表面上での温度分布が均一で、特に最高温度と最低温度との間の偏差、0.73℃と0.72℃は優秀な結果であり、従来のウェーハ加熱装置では獲得できない。

【0047】図21は本発明の一実施形態による加熱装置でウェーハを加熱する間に多数の測定地点から獲得した温度-時間変化を示したグラフである。図21に図示したように、加熱を始めた後、温度が急激に上昇して、熱的振動、すなわち時間が経過することによる温度変化は緩やかである。特に、従来の加熱装置を使用する時、発生する急激な温度降下は本発明の実施形態を実施するときには発生しない。前記ウェーハ上での弱い温度変化と小さな熱的振動は、前記ウェーハと前記ウェーハに形成されたフォトレジストフィルムに非常に弱い熱衝撃が加えられることを示す。

【0048】前述したような本発明の前記実施形態によれば、温度偏差が非常に小さくウェーハを安定的に加熱すれば、前記ウェーハとそのウェーハ上のフォトレジストフィルムに加えられる熱衝撃の強度が相当に減少される。特に、規則的で均一な温度分布で前記ウェーハを加熱することができる。したがって、本発明は、線幅の設計ルールが0.25μm、0.18μm、または0.15μmであるときさえもより微細なパターンをうまく形成できるようにして、回路集積水準を向上させることが\*

できて、したがって収率を相当に高められる。

【0049】図22は本発明の第8実施形態によるウェーハ加熱装置を示した概略斜視図である。図22を参照すれば、ウェーハ加熱装置として機能する高温板500は主熱伝達体510と固体の下部熱伝達媒体520を含み、前記主熱伝達体510と下部熱伝達媒体520はそれぞれ加熱するウェーハと大きさが同じであるか又はより大きな円形板で形成される。前記固体の下部熱伝達媒体520は前記主熱伝達体510の下面下に配置される。

【0050】前記主熱伝達体510の上表面には、丸くて浅い溝512が形成され加熱されるウェーハを受け入れられる。また、多数のウェーハガイド513が前記上表面の周縁部に提供される。前記ウェーハガイド513は、ウェーハが前記溝512上に配置されるとき前記ウェーハを案内する。前記溝512は前記ウェーハ上に流入される雰囲気気を減少させ、望ましくない前記雰囲気気の影響を低くする。

【0051】図23は図22のE-E'線に沿って取った高温板500の断面図である。図24は図23のF部分を拡大した拡大図である。

【0052】図23を参照すれば、前記主熱伝達体510は第1固体熱伝達媒体514と第2固体熱伝達媒体516を含む。前記熱伝達媒体514、516は一体で形成し、ウェーハの大きさより大きい円形板で形成することが望ましい。前記第1固体熱伝達媒体514は前記主熱伝達体510の下部に設けられ、前記第2固体熱伝達媒体516は前記主熱伝達体510の上部に設けられている。前述したように、ウェーハを受け入れるための溝512は前記第2固体熱伝達媒体516の上部に形成する。

【0053】図面に示したように、リング形状の外側壁部518は、前記第1固体熱伝達媒体514と前記第2固体熱伝達媒体516の外側周縁部に形成する。すなわち、前記第1固体熱伝達媒体514と前記第2固体熱伝達媒体516は前記外側壁部518として一体で形成する。また、流体熱伝達媒体を形成する空洞515は、前記第1及び第2熱伝達媒体514、516の間で限定される。

【0054】前記空洞515は前記溝512下に位置して、またその外側区域は略円形状を有する。前記空洞515の直径2rが前記主熱伝達体510(または第1及び第2熱伝達媒体514、516)の直径2R<sub>0</sub>より小さく

て前記直径 $2R_0$ の約0.9倍であれば、ウェーハに塗布されたフォトリソグラフィフィルムをベイクングするとき望ましくない熱伝達が発生する。前記空洞の直径 $2r$ が前記主熱伝達体510の直径 $2R_0$ の0.98倍を超過すれば、空洞515を具備した前記主熱伝達体510を製造することが困難になる。したがって、前記空洞515の直径 $2r$ は、前記主熱伝達体510直径 $2R_0$ の約0.9ないし0.98倍であることが望ましくて、前記直径 $2R_0$ の約0.94ないし0.98倍であることがより望ましい。特に、8インチウェーハを加熱するための前記主熱伝達体510の直径 $2R_0$ が240mmであると、前記空洞515の直径 $2r$ は約225ないし235mmであり、より明確には約230mmである。

【0055】前記空洞515には、多数の内側分割壁部530が設けられて空洞515を相互連結された多数の小さな蒸発孔515a, 515b, 515c, 等等で分割して、前記小さな蒸発孔により前記第1熱伝達媒体514から前記第2熱伝達媒体516に多数の蒸気部が平行に案内されている。

【0056】図24に図示したように、液体540は前記空洞515内に配置されている。前記空洞515を形成する前記蒸発孔515a, 515b, 515c, 等等のそれぞれはその上部が湾曲された断面形状を有する。前記液体540は前記第1固体熱伝達媒体514から熱を受け入れるやいなや蒸発する。前記蒸発された液体、すなわち蒸気542は前記蒸発孔515a, 515b, 515c, 等等で前記第2固体熱伝達媒体516に向かって平行に案内される。それぞれの空洞の最上部で、前記蒸気542が前記第2固体熱伝達媒体516と接触して、潜熱を前記第2固体熱伝達媒体516に伝達する間に一部分が液体状態で凝縮される。前記凝縮された液体544は前記内側分割壁部530の内面(湾曲された天井部と側壁部)に形成された通路に沿って前記第1固体熱伝達媒体516に復帰する。

【0057】前記液体540が蒸発されて前記蒸気542が凝縮される間に、前記第1固体熱伝達媒体514で前記第2固体熱伝達媒体516への熱伝達が引続きなされて、前記第1固体熱伝達媒体514から前記第2固体熱伝達媒体516に熱が均一に伝えられる。

【0058】前述したように、前記空洞515は、多数の内側分割壁部530により多数の小さな蒸発孔515a, 515b, 515c, 等等で分割されて、前記多数の小さな蒸発孔515a, 515b, 515c, 等等は前記蒸気542を前記第2固体熱伝達媒体516に向かって平行に案内する。

【0059】前記液体540が占有した容積が前記空洞515の容積の約15%未満であれば、蒸気が不十分に発生され得る。他方で、前記液体540が占有した容積が前記空洞515の容積の約25%を超過すれば、前記液体540から前記第2熱伝達媒体516までの距離が

短くて発生した蒸気を混合することが不適切で、それにより熱伝達が不均一になる。したがって、前記液体540が占有した容積は前記空洞515の容積の約15ないし25%が望ましくて、前記空洞515容積の20%であることがより望ましい。

【0060】本実施形態では液体媒体としてパーフルオロカーボン(perfluorocarbon)型不活性溶媒を使用することが望ましい。パーフルオロカーボン(perfluorocarbon)型不活性溶媒の例には、FC-72、FC-40、FC-43、FC-70(すべて韓国3M株式会社が製造した製品の商品名である)、等等がある。このうちで、目標温度に100℃を足した合計より(大気圧下での)臨界温度が高い溶媒が望ましい。例えば、FC-40溶媒は沸点155℃であり臨界点が270℃である。

【0061】主熱伝達体500の厚さは約10ないし12mmであるが、11mmが望ましい。前記主熱伝達体500の厚さが11mmであると、前記内側分割壁部530により定められた前記蒸発孔515a, 515b, 515c, 等等の幅(W)は5ないし7mmであり、高さ(H)は5または6mmで、幅(W)は6mmが望ましく高さ(H)は5.5mmが望ましい。

【0062】前記蒸発孔515a, 515b, 515c, 等等の存在によって、前記第1固体熱伝達媒体514の厚さは2ないし4mmの範囲内で変更でき、前記第2固体熱伝達媒体516の厚さは1ないし2mmの範囲内で変更でき、溝512での厚さは1.5mmが望ましい。また、前記内側分割壁部530の厚さ(Wp)は約2ないし3mmの範囲内で変更できる。

【0063】本実施形態で、前記第1及び第2固体熱伝達媒体514, 516の厚さは、前記主熱伝達体510を製造するかぎり前述した厚さに限定されない。前記分離された空間515の高さ(H)は前記主熱伝達体510の厚さの0.4ないし0.6倍であることが望ましい。

【0064】図25は前記主熱伝達体510の実施形態を示した断面図であり、特に前記内側分割壁部530のレイアウトを示す。

【0065】図25を参照すれば、前記空洞515の水平区域は前記外側壁部518により限定されるように円形である。また、多数の内側分割壁部530は前記空洞515内に設けられて、前記空洞515を放射状で、そして螺旋形で(または円形で)多数の蒸発孔515a, 515b, 515c, 等等に分割する。

【0066】特に、前記内側分割壁部530は前記空洞515内に螺旋形状で形成する。その後、前記内側分割壁部530を半径方向に切開して前記主熱伝達体510の中心部から周縁部側に5個の混合された半径方向の通路を形成する。したがって、図25に図示したように、それぞれの螺旋部は5個の放射状セクタで分割されて、各セクタの角度 $\theta_1$ は約72°である。

【0067】参照符号505は、前記固体の下部熱伝達

媒体520に前記主熱伝達体510を結合するために設けられるねじ孔を示す。

【0068】図26は前記主熱伝達体510の他の実施形態を示した断面図であり、特に前記内側分割壁部530の他のレイアウトを示す。

【0069】図26を参照すれば、前記内側分割壁部530は同心円形態で配列されて、図25に図示された実施形態の内側分割壁部より前記空洞515にさらに高密度に設けられている。すなわち、本実施形態で、前記蒸発孔515a, 515b, 515c, 等等のそれぞれの円は24個の放射状セクタで分割されて、各セクタの角度 $\theta_2$ は約15°である。

【0070】より詳細には、前記空洞515は円方向に多数の同心円形状の蒸発孔515ca, 515cb, 515cc, 等等で分割される。さらに、円形状の蒸発孔515ca, 515cb, 515cc, 等等はそれぞれ半径方向に多数の弧状蒸発孔515ca1, 515ca2, . . . 515cb1, 515cb2, . . . , 515cc1, 515cc2, . . . , 等等で分割される。

【0071】図27は前記固体の下部熱伝達媒体520の底面図である。前記図面に図示したように、前記固体の下部熱伝達媒体の下面には螺旋形溝522が形成される。螺旋形溝522には、加熱コイルのようなヒーター524が設けられている。前記ヒーター524は電力源(図示せず)に連結される。電流が前記ヒーター524に印加されれば、熱が発生してまず前記固体の下部熱伝達媒体520を加熱する。

【0072】前記主熱伝達体520の周縁部が大気と接触することによって、多くの量の熱損失が発生する。したがって、本発明の望ましい実施形態では、前記固体の下部熱伝達媒体520底面の外側周縁部(半径rが約0.75Roより大きく、Roは前記主熱伝達体510の半径である所)のピッチ(Po)は中心部でのピッチ(Pc)より短い。前記形状は前記周縁部での熱損失を補償する。本発明者の経験によれば、外側周縁部でのピッチ(Po)は中心部のピッチ(Pc)の0.1ないし0.5倍であることが望ましい。

【0073】以下、ウェーハ加熱メカニズムに対して詳細に説明する。まず、前記固体の下部熱伝達媒体520の底面の螺旋形溝522に設けられた前記ヒーター524に電流を供給して、熱を発生させる。前記第1固体熱伝達媒体514と接する前記固体の下部熱伝達媒体520に前記熱を伝達する。

【0074】その後、前記固体の下部熱伝達媒体510で前記第1固体熱伝達媒体514に前記熱を伝達する。

【0075】前記第1固体熱伝達媒体514上には、液体540が内蔵された空洞515、外側壁部518、及び多数の内側分割壁部530が設けられている。

【0076】前記外側壁部518と前記内側分割壁部530を通じて前記熱を伝導して前記第1固体熱伝達媒体

514で前記第2固体熱伝達媒体516に前記熱を伝達する。しかし、このような熱伝導は、前記空洞515に内蔵された前記液体540を通した熱伝達に比べて非常に小さい。

【0077】すなわち、前記第1固体熱伝達媒体514の大部分の熱は前記液体540を加熱することに使われて、前記液体540を蒸気状態で蒸発させる。前記蒸気は前記第2固体熱伝達媒体516に向かって上方に平行に案内されて、ウェーハを受け入れるための溝512を具備した前記第2固体熱伝達媒体516に熱を伝達する。

【0078】図25と図26を参照すれば、前記内側分割壁部530は、弧状で形成されている。前記内側分割壁部530は、前記空洞515を半径方向及び円周方向(螺旋方向)で多数の蒸発孔515a, 515b, 515c, 等等で分割する。したがって、蒸気が上方向に移動すれば、前記蒸発孔515a, 515b, 515c, 等等内の蒸気は、一部分が隣接した蒸発孔から移動する蒸気と混合されて、温度分布が均一になるようにすることに寄与し、前記熱を前記第2固体熱伝達媒体516に均一に伝達する。

【0079】また、前記蒸発孔515a, 515b, 515c, 等等それぞれの上部面は、断面が湾曲された(または円形の)形状である。前記内側分割壁部530により案内されたそれぞれの蒸気部が前記蒸発孔515a, 515b, 515c, 等等の上部面に到達して前記第2固体熱伝達媒体516と接触すれば、前記蒸気は一部分が液体に凝縮されて前記第2固体熱伝達媒体516に潜熱を発生し、前記第2固体熱伝達媒体516を加熱する。その後、前記凝縮された液体544は前記第1固体熱伝達媒体514に復帰して前記第1固体熱伝達媒体514から熱を受け入れる。

【0080】一方、凝縮されずに単に冷却された蒸気は前記第1固体熱伝達媒体514に向かってやはり循環される。その後、復帰した蒸気は第1固体熱伝達媒体514と接触して再び熱を吸収して、前記第2固体熱伝達媒体516に向かって上方に案内される。すなわち、熱伝達は対流により行われる。

【0081】図25と図26に図示したように、蒸気混合通路は、前記中心部から前記周縁部方向に放射状パターン形態にて及び円周方向に形成されている。前記主熱伝達体510の中心部から周縁部に向かって半径方向に直接蒸気を混合できるために、前記主熱伝達体510の中心部と周縁部での蒸気の温度差を相当に減らすことができる。

【0082】前述したように、第2固体熱伝達媒体516は前記第1固体熱伝達媒体514から前記蒸発孔を通じて熱を受け入れる。したがって、加熱された固体熱伝達媒体516は、溝512に位置したウェーハと接触する。その自体で、均一に加熱された固体熱伝達媒体51

6から前記ウェーハに熱を伝達して前記ウェーハを所定の温度まで均一に加熱する。

【0083】図28ないし図30は熱ブロックが下部に付着されている熱伝達媒体の断面図であり、特に温度分布を例示するための等温線図である。

【0084】図28は図1と図2に図示したように従来の熱伝達媒体を例示する。図28に図示したように、観察された混合温度は152.447℃であり、最低温度は151.566℃であった。

【0085】図29は溝下に空洞が形成されていて、ピッチが規則的な溝に加熱コイルを具備した本発明の一実施形態を例示する。前記図面に示したように、観察された最高温度は152.769℃であり、最低温度は151.259℃であった。

【0086】図30は前記主熱伝達体直径の約0.96倍の直径を有する空洞が形成されており、周縁部でのピッチが中心部より短い溝に加熱コイルを具備した本発明の他の実施形態を例示する。前記図面に図示したように、観察された最高温度は152.765℃であり、最低温度は151.492℃であった。

【0087】図面に図示したように、図30の高温板での温度分布が最も均一で、図29の高温板、図28の高温板の順で温度分布が均一である。

【0088】図31は図28ないし図30の主熱伝達体の最上面での温度分布を例示したグラフである。図31で、三角形と連結された線は図28の前記主熱伝達体から得たものである。円と連結された線は図29の前記主熱伝達体から得たものである。長方形と連結された線は図30の前記主熱伝達体から得たものである。

【0089】図31から分かるように、前記主熱伝達体の最上面のより均一な温度分布が本発明から得ることができる。また、空洞を増加させて、周縁部での加熱要素のピッチを減らすことによって、最上面の温度分布がより一層改善される。

【0090】＜フォトレジストパターン形成＞図32(A)ないし図32(D)は本発明の一実施形態によって前記加熱装置を使用してフォトレジストパターンを形成するための方法を例示した断面図である。

【0091】図32(A)を参照すれば、ノボラック樹脂を含有したポジティブタイプのフォトレジスト組成物をスピン塗布器を利用してシリコンウェーハ610に塗布してフォトレジストフィルム612を形成する。その後、従来の高温板を使用して前記フォトレジストフィルム612を90ないし120℃で60秒間ソフトベイクする。前記フォトレジストフィルム612の厚さは0.8ないし0.9μmである。

【0092】図32(B)を参照すれば、ステッパー及びフォトマスク(図示せず)を使用して前記フォトレジストフィルム612を深紫外線光614に選択的に露出させる。その後、本発明による加熱方法と図22と図2

6で図示したように主熱伝達体510を利用して前記露出されたフォトレジストフィルム612をポストベイクする。前記ポストベイクは、140℃ないし150℃の温度で30ないし90秒の間遂行する。

【0093】図32(C)を参照すれば、現像液を利用して前記露出されたフォトレジストフィルム612を1分間現像し、その後水を使用して約30秒間洗浄し、かつ乾燥させて前記フォトレジストフィルムの露出された部分を除去する。第1フォトレジストパターン612aは、前記シリコンウェーハ610の一部を露出させることができる第1大きさの開口部616を具備するように形成する。

【0094】図32(D)を参照すれば、前記第1フォトレジストパターン612を約140℃ないし160℃の温度で約1分ないし3分間加熱する。この時、本発明による加熱方法と図22と図26で図示したように主熱伝達体510を含む高温板をさらに使用する。その後、第1フォトレジストパターン612をリフローさせ、前記第1フォトレジストパターン612aの第1開口大きさより小さな第2開口大きさの第2開口部616aを具備する最終フォトレジストパターン612b(点線で図示する)を形成する。

【0095】＜ウェーハの表面温度測定＞図33は図25に示した前記主熱伝達体を使用して加熱したウェーハの表面温度分布を示す等温線図である。図33で、一等温線とそれに隣接した等温線間の温度差は0.04℃である。図面で、最高温度は前記ウェーハの中心部で155.02℃であり、最低温度は前記ウェーハの周縁部で153.91℃である。温度範囲(最高温度と最低温度間の温度差)は0.97℃である。太い等温線で表示した平均温度は154.65℃であり、表面温度の標準偏差は0.31℃である。

【0096】図34は図26に図示した前記主熱伝達体を使用して加熱したウェーハの表面温度分布を示した等温線図である。図34で、一等温線とそれに隣接した等温線間の温度差は0.03℃である。前記図面で、最高温度は前記ウェーハの中心部で137.97℃であり、最低温度は前記ウェーハの周縁部で137.42℃である。温度範囲(最高温度と最低温度間の温度差)は0.55℃である。太い等温線で表示した平均温度は137.68℃であり、表面温度の標準偏差は0.15℃である。

【0097】図33と図34の比較を通じて分かるように、図26のように内側分割壁部に空洞515を半径方向により高密度に分割するならば、より均一な温度分布を得ることができる。多くの経験の結果として、蒸発孔515a, 515b, 515c, 等等を半径方向に18個ないし36個のセクタで分割して、各セクタの角度は10ないし20度、より望ましくは15度で設定して、温度範囲は0.6℃より小さくすることが定められ、それ

に従ってより均一な温度分布を得ることができた。

【0098】<フォトレジストパターンを露光後ベイクした後の線幅測定>図32(A)を参照すれば、ウェーハ610上にフォトレジスト溶液を塗布してフォトレジスト層612を形成して、生成されたフォトレジスト層612を110℃で約60秒間予備焼きなましする。

【0099】その後、図32(B)に図示したように、前記フォトレジスト層612を深紫外線光614に露出させた。この時、135nm(目標線幅)のコンタクトホールを形成するためのパターンを有するマスクを使用した。前記露出されたフォトレジスト層612をポストベイクした。この時、図22と図26に図示したような主熱伝達体510を含む高温板を使用した。主熱伝達体510を製造するために、アルミニウム合金を使用して第1及び第2固体熱伝達媒体514、516、外側壁部518及び内側分割壁部530を製造した。液体540としては、沸騰点が約155℃であり、臨界温度が約270℃であるFC-40(韓国3M社の製品名)を選択した。前記主熱伝達体510を形成した後に、前記空洞515を10<sup>-7</sup>Torrまで真空にし、その後、前記空洞515の容積の約20%を前記液体540で満たした。その後、前記空洞515を密封した。

【0100】その後に、図32(c)に示したように、前記露出されたフォトレジスト層612を現像して第1開口部616を有する第1フォトレジストパターン612を形成した。

【0101】図35は図22と図26に図示したように前記主熱伝達媒体を使用してポストベイクし露出されたフォトレジストフィルムを現像した後に獲得した第1開口の線幅分布線図である。

【0102】本発明による高温板を使用した時、最大線幅と最小線幅はそれぞれ140nmと129nmであった。また、平均線幅は135nmであり、線幅範囲は11nmであった。許容線幅範囲を120ないし150nmで設定したとき、測定したあらゆるコンタクトホールの大きさは許容線幅範囲内に入った。

【0103】<フォトレジストパターンをリフローした後、フォトレジストパターンの線幅測定>図32(A)を参照すれば、ウェーハ610にフォトレジスト溶液を塗布してフォトレジスト層612を形成したし、獲得したフォトレジスト層612を110℃の温度で約60秒間予備焼きなましをした。

【0104】その後、図32(B)に図示したように、フォトレジスト層612を深紫外線光614に露出させた。この時、185nmのコンタクトホールを形成するためのパターンを有したマスクを使用した。前記露出されたフォトレジスト層612をポストベイクした。この時、図22と図26に図示したような主熱伝達体を含む高温板を使用した。前記高温板は、前記フォトレジ

ストパターンを露出後ベイクした後に前述した線幅を測定することに使用したものと同じものである。

【0105】前記露出されたフォトレジスト層612を現像して図32(C)に示したように第1開口部616を有する第1フォトレジスタパターン612aを形成した。その後、第1フォトレジストパターン612aを150℃の温度で2分間加熱した。この時、同一な高温板を使用した。その結果、図31Dに図示したように、前記第1開口部616より大きさが小さい第2開口部616aを有する第2フォトレジストパターン612bを獲得した。

【0106】比較するために、ポストベイク段階とリフロー段階で二つとも従来の高温板を使用して同じ手順を遂行した。すなわち、本発明による高温板の代りに図1と図2の高温板を使用した。

【0107】前記第2開口の線幅(大きさ)は、全体ウェーハにわたり一つのマップ単位で測定した。

【0108】図36は図1と図2に図示した従来の主熱伝達媒体を使用して獲得した第2開口の線幅分布線図である。図37は図22と図26に図示した本発明の主熱伝達媒体を使用して獲得した線幅分布線図である。

【0109】図36から分かるように、従来の高温板を使用する場合、最大線幅と最小線幅はそれぞれ201nmと159nmであった。また、平均線幅は177nmであり、線幅範囲は43nmであった。

【0110】本発明による高温板を使用する場合、最大線幅と最小線幅はそれぞれ205nmと182nmであった。また、図37に示したように、平均線幅は194nmであり、線幅範囲は23nmであった。

【0111】前述したように、線幅範囲が42nmから23nmに改善されたことを分けることができる。

【0112】前述したように、本発明の加熱方法でウェーハを加熱すれば、温度偏差が1℃未満、望ましくは0.6℃未満になるように前記ウェーハを均一に加熱することができる。

【0113】

【発明の効果】したがって、前記ウェーハとその表面に塗布されたフォトレジストフィルムに加えられる熱衝撃を大きく減少させることができる。結果的に、露出後ベイク段階で本発明の加熱方法と装置を使用する場合、前記ウェーハ上に均一な大きさを有するフォトレジストパターンを形成することができる。また、前記フォトレジストパターンをリフローすることに本発明の加熱方法と装置を効果的に使用して微細なフォトレジストパターンを形成することができる。

【0114】本発明の加熱方法と装置は、平板形状の物体を均一に加熱する他の分野でも使用することができる。もちろん、ウェーハを均一に加熱する必要がある半導体分野でも、本発明の加熱方法と装置を効果的に使用することができる。

【0115】本発明を実施形態によって詳細に説明したが、本発明は実施形態によって限定されず、本発明が属する技術分野において通常の知識を有するものであれば本発明の思想と精神を離れることなく、本発明を修正または変更できるであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来のベイクングユニットのウェーハ加熱装置の概略断面図である。

【図2】 従来のウェーハ加熱装置の熱源の平面図である。

【図3】 従来のウェーハ加熱装置の熱源を拡大した拡大図である。

【図4】 従来のウェーハ加熱装置により加熱されたウェーハの表面温度分布を示した線図である。

【図5】 従来のウェーハ加熱装置がウェーハを加熱する時間と関連してウェーハ領域での温度変化を示したグラフである。

【図6】 図5に図示された温度分布グラフを算出するために従来のウェーハ加熱装置により加熱されたウェーハの表面温度を測定した位置を示した図面である。

【図7】 本発明の第1実施形態によるウェーハ加熱装置の概略側面図である。

【図8】 本発明によるウェーハ加熱装置の熱源の概略断面図である。

【図9】 熱源の部分拡大図である。

【図10】 本発明の第2実施形態によるウェーハ加熱装置の概略側面図である。

【図11】 (A)は本発明の第2実施形態によるウェーハ加熱装置に適用できる格子の概略斜視図であり、(B)は本発明の第2実施形態によるウェーハ加熱装置で使用するのに適合格子の他の形態を示した概略斜視図である。

【図12】 本発明の第3実施形態によるウェーハ加熱装置の概略側面図である。

【図13】 本発明の第4実施形態によるウェーハ加熱装置の概略側面図である。

【図14】 本発明の第5実施形態によるウェーハ加熱装置の概略断面図である。

【図15】 本発明の第5実施形態によるウェーハ加熱装置に適用できる固体熱媒体の底面図である。

【図16】 本発明の第6実施形態によるウェーハ加熱装置の概略断面図である。

【図17】 本発明の第7実施形態によるウェーハ加熱装置の部分断面図である。

【図18】 本発明の第7実施形態によるウェーハ加熱装置に適用できる冠状体の概略断面図である。

【図19】 本発明によるウェーハ加熱装置により加熱されたウェーハの表面温度分布を示した線図である。

【図20】 本発明によるウェーハ加熱装置により加熱された他のウェーハの表面温度分布を示した線図であ

る。

【図21】 本発明によるウェーハ加熱装置でウェーハを加熱する時間と関連してウェーハ領域での温度変化を示したグラフである。

【図22】 本発明の第8実施形態によるウェーハ加熱装置の概略斜視図である。

【図23】 図22に図示されたE-E'線に沿って取ったウェーハ加熱装置の断面図である。

【図24】 図23のF部分の拡大図である。

10 【図25】 一実施形態による主熱伝達体の内部分割壁部のレイアウトを示した断面図である。

【図26】 他の実施形態による主熱伝達体の内部分割壁部のレイアウトを示した断面図である。

【図27】 固体下部熱伝達媒体の底部透視図である。

【図28】 従来の熱伝達媒体の断面図で、その下部には温度分布を例示するための等温線図を含む熱ブロックが付着されている。

20 【図29】 本発明の一実施形態による熱伝達媒体の断面図で、その下部には温度分布を例示するための等温線図を含む熱ブロックが付着されている。

【図30】 本発明の他の実施形態による熱伝達媒体の断面図で、その下部には温度分布を例示するための等温線図を含む熱ブロックが付着されている。

【図31】 図28ないし図30に示したような主熱伝達体の上面温度を例示したグラフである。

【図32】 (A)は本発明の加熱装置を使用して本発明の一実施形態によるフォトレジストパターンを形成するための方法を例示するための断面図であり、(B)は本発明の加熱装置を使用して本発明の一実施形態によるフォトレジストパターンを形成するための方法を例示するための断面図であり、(C)は本発明の加熱装置を使用して本発明の一実施形態によるフォトレジストパターンを形成するための方法を例示するための断面図であり、(D)は本発明の加熱装置を使用して本発明の一実施形態によるフォトレジストパターンを形成するための方法を例示するための断面図である。

【図33】 図25に示したように主熱伝達体を使用して加熱したウェーハの表面温度分布を示した等温線図である。

40 【図34】 図26に示したように主熱伝達体を使用して加熱したウェーハの表面温度分布を示した等温線図である。

【図35】 図22及び図26の主熱伝達媒体を使用してベイクングした露出されたフォトレジストフィルムを現像した後に獲得した第1開口の線幅分布線図である。

【図36】 図1と図2の主熱伝達媒体を使用して獲得した第2開口の線幅分布線図である。

【図37】 図22と図26の主熱伝達媒体を使用して獲得した第2開口の線幅分布線図である。

50 【符号の説明】



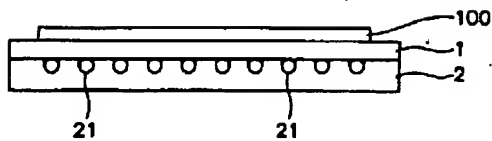
25

26

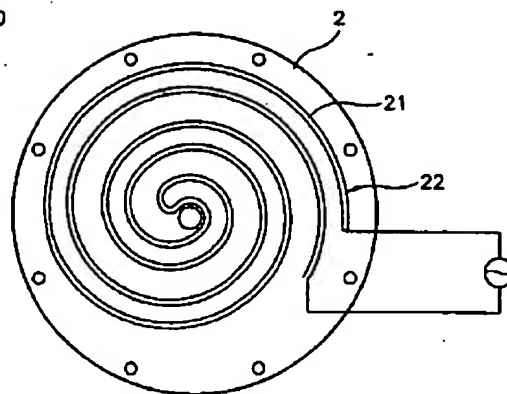
100 ウェーハ  
 10 固体熱伝達媒体  
 20 熱源  
 30 流体熱伝達媒体  
 201、202 ヒーターブロック  
 203 ヒーター  
 204 溝  
 301 パーティション

302 格子  
 303 多孔性本体  
 500 高温板  
 510 主熱伝達体  
 513 ガイド  
 514、516 熱伝達媒体  
 515 空洞

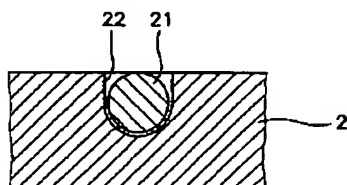
【図1】



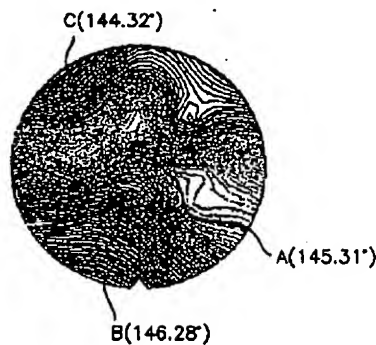
【図2】



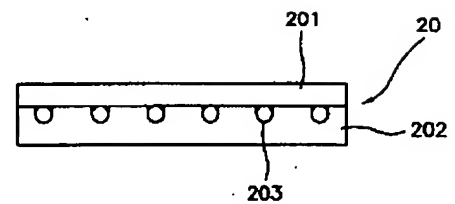
【図3】



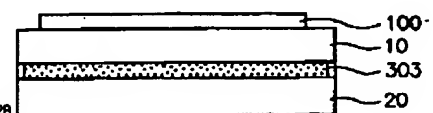
【図4】



【図8】

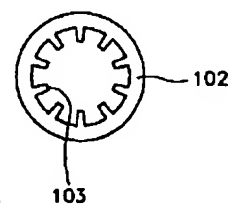


【図13】

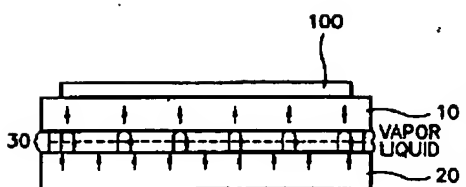


0.02° per Isotherm  
 3/12/99 3:44 PM+10:40.5  
 Surface Fit: Type 2, 10 mm  
 REF = 25.43 MIN = 144.38 MAX = 146.28  
 RANGE = 1.76 MEAN = 145.22 SDEV = 0.53  
 ROTATION = 0.00

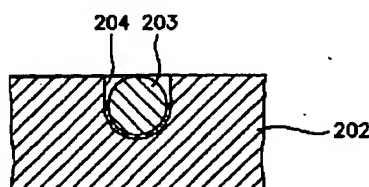
【図18】



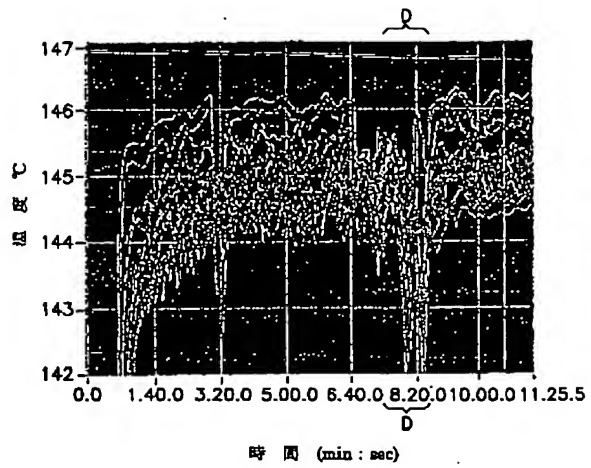
【図7】



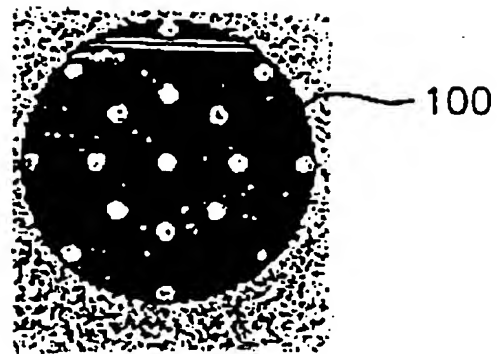
【図9】



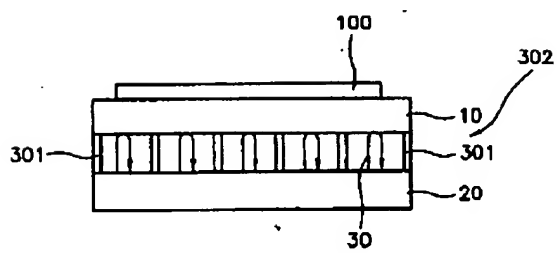
【図5】



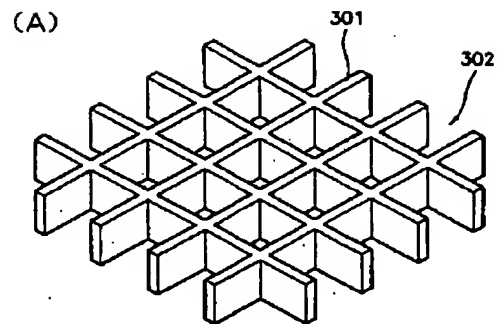
【図6】



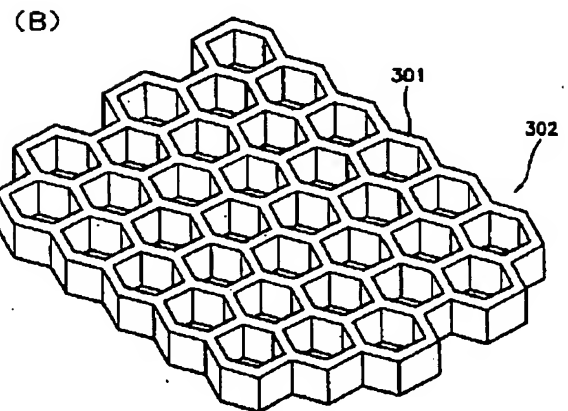
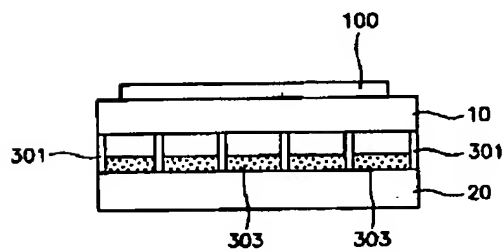
【図10】



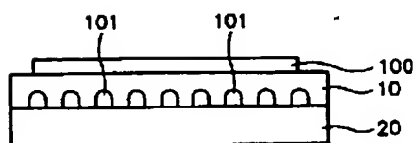
【図11】



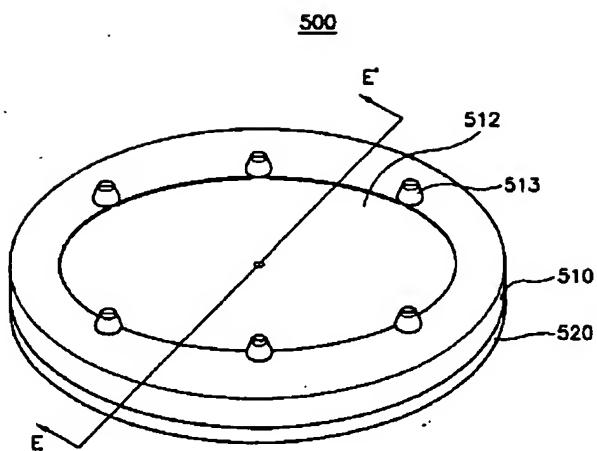
【図12】



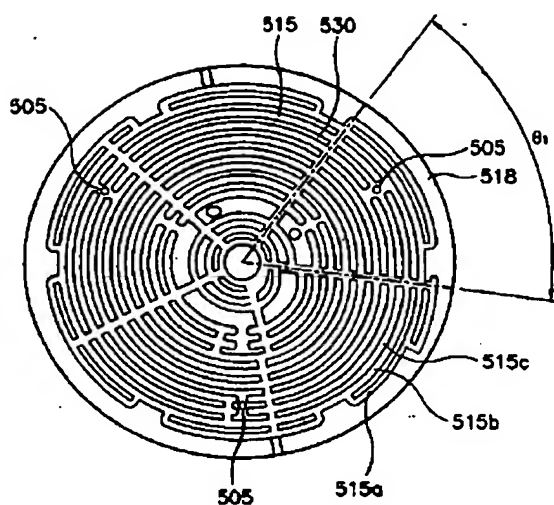
【図14】



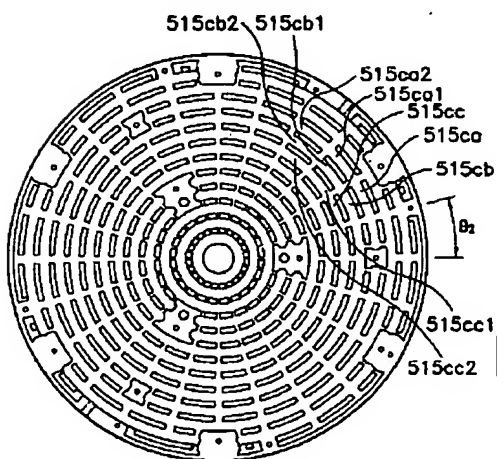
【図22】



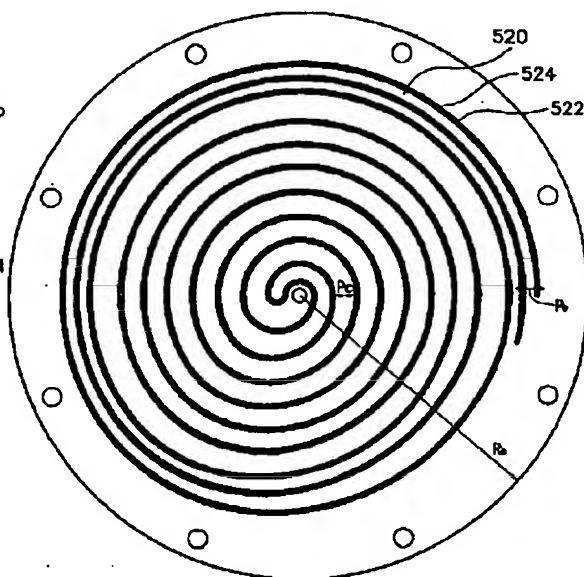
【図25】



【図26】



【図27】



【図28】



MIN = 151.588  
 MAX = 152.447  
 151.588  
 151.684  
 151.769  
 151.88  
 151.886  
 151.886  
 152.065  
 152.163  
 152.261  
 152.568  
 152.349  
 152.447

【図29】



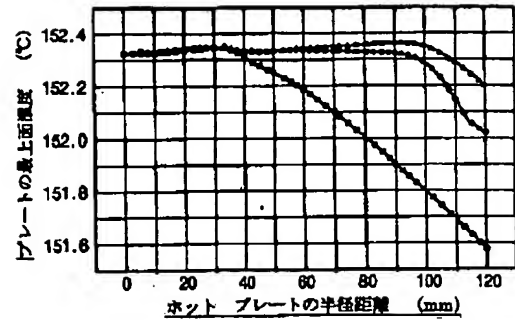
MIN = 151.289  
 MAX = 152.789  
 151.289  
 151.318  
 151.373  
 151.429  
 151.486  
 151.543  
 151.599  
 151.656  
 151.712  
 151.789

【図30】



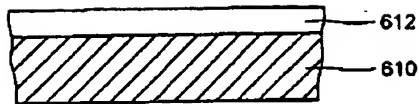
MIN = 151.432  
 MAX = 152.765  
 151.432  
 151.522  
 151.553  
 151.583  
 151.613  
 152.644  
 152.674  
 151.704  
 151.734  
 151.765

【図31】

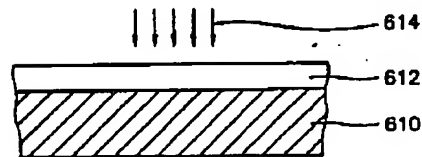


【図32】

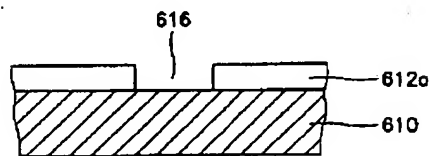
(A)



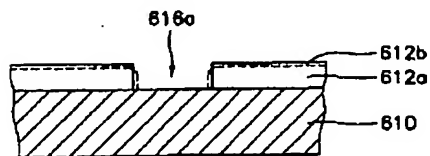
(B)



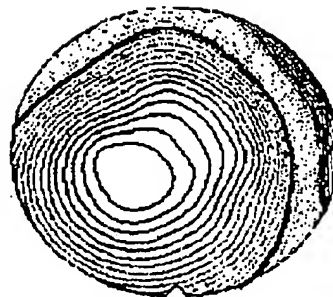
(C)



(D)

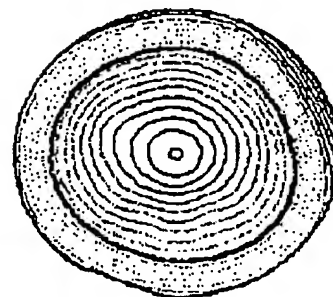


【図33】



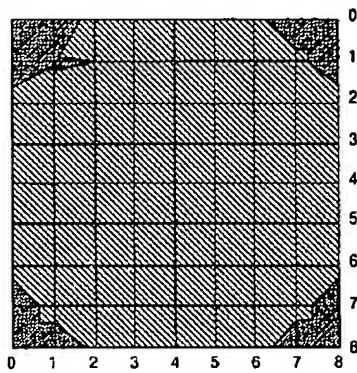
0.04° per Isotherm  
 9/3/99 1:19 PM+0:52  
 Surface Fit: Type 2, 3 mm  
 MIN = 154.05      MAX = 155.02  
 MEAN = 154.85      SDEV = 0.31

【図34】



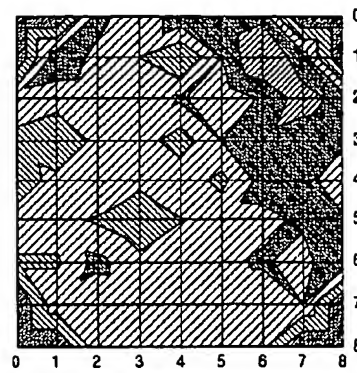
0.03° per isotherm  
 1/4/00 6:37 PM+27:08  
 Surface Fit: Type 2, 3 mm  
 MIN = 137.42      MAX = 137.97      RANGE = 0.55  
 MEAN = 137.68      SDEV = 0.15

【図35】



MAX : 140 nm / MIN : 129 nm  
 AVG : 135 nm / RANGE : 11 nm

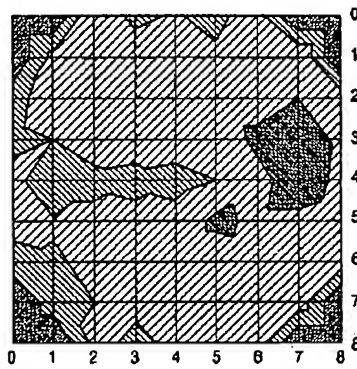
【図36】



MAX : 201 nm / MIN : 159 nm  
 AVG : 177 nm / RANGE : 42 nm

190 - 200  
 180 - 190  
 170 - 180  
 160 - 170  
 150 - 160

【図37】



MAX : 205 nm / MIN : 182 nm  
 AVG : 194 nm / RANGE : 23 nm

200 - 210  
 190 - 200  
 180 - 190  
 170 - 180

PAT-NO: JP02001093795A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001093795 A

TITLE: METHOD AND EQUIPMENT FOR HEATING WAFER AND METHOD AND  
EQUIPMENT FOR BAKING PHOTORESIST FILM ON WAFER

PUBN-DATE: April 6, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
PARK, CHAN-HOON	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2000225991

APPL-DATE: July 26, 2000

PRIORITY-DATA: 19999930350 ( July 26, 1999)

INT-CL (IPC): H01L021/027, G03F007/40

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To supply heat to a first solid-state heat transmission medium to heat an object.

SOLUTION: Heat is transmitted to a liquid heat transmission media 30 by a first solid-state heat transmission medium. The liquid heat transmission medium 30 is divided into many evaporation holes having the liquid inside which are connected to each other. The liquid is evaporated into many vapor parts by heat in each of those evaporation holes. The vapor parts are guided horizontally upwards toward an object. The vapor parts transmit heat to a second solid-state heat transmission medium by being brought into contact with the medium and heating it. The second solid-state heat transmission medium is brought into thermal contact with the object to transmit heat to it.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-093795

(43)Date of publication of application : 06.04.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
// G03F 7/40

(21)Application number : 2000-225991 (71)Applicant : SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD

(22)Date of filing : 26.07.2000 (72)Inventor : PARK CHAN-HOON

(30)Priority

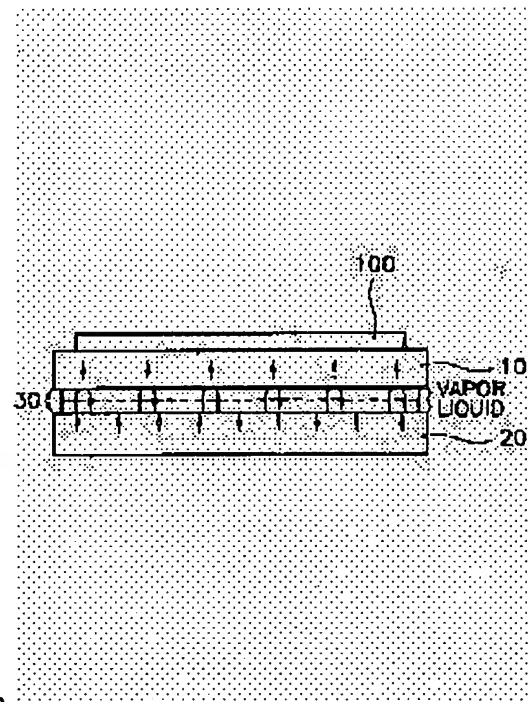
Priority number : 1999 9930350 Priority date : 26.07.1999 Priority country : KR

## (54) METHOD AND EQUIPMENT FOR HEATING WAFER AND METHOD AND EQUIPMENT FOR BAKING PHOTORESIST FILM ON WAFER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To supply heat to a first solid-state heat transmission medium to heat an object.

SOLUTION: Heat is transmitted to a liquid heat transmission media 30 by a first solid-state heat transmission medium. The liquid heat transmission medium 30 is divided into many evaporation holes having the liquid inside which are connected to each other. The liquid is evaporated into many vapor parts by heat in each of those evaporation holes. The vapor parts are guided horizontally upwards toward an object. The vapor parts transmit heat to a second solid-state heat transmission medium by being brought into contact with the medium and heating it. The second solid-state heat transmission medium is brought into thermal contact with the object to transmit heat to it.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

**[0001]**

**[Field of the Invention]** This invention is a thing about the equipment for carrying out baking of the photoresist film on the approach for carrying out baking of the photoresist film on the wafer heating approach and a wafer, wafer heating apparatus, and a wafer. How to heat a wafer to homogeneity in the photolithography process for forming a photoresist pattern in a detail more, In order to form a photoresist pattern, it is related with the equipment for carrying out the equipment and said baking approach for carrying out the approach of carrying out baking of the photoresist film to homogeneity, and said heating approach on a wafer.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** Including a photolithography process, into a photolithography process, the method of manufacturing a semiconductor device applies a wafer to a liquid photoresist, and usually forms a photoresist film. A photoresist film is exposed in the light which was generated by the light source and passed the mask or the reticle (reticle), and a pattern is formed in a photoresist film. Then, a pattern is developed, and while following said process, a wafer is heated at predetermined temperature several times.

**[0003]** Therefore, the equipment which carries out said photolithography process needs a photoresist applicator (coater), an aligner, a development counter, and a baking unit. In such a technique, a current inclination is minimizing time amount required using the system by which one location's is crowded with a photoresist applicator, a development counter, and baking units, minimizing a distance required transporting a wafer to equipment from equipment, and for this transporting a wafer. If it puts in another way, a high density mold system can carry out the photolithography process conventional at high effectiveness.

**[0004]** A photoresist applicator is usually the thing of the type which carries out the spin coating approach which injects a photoresist solution to the rotating wafer, rotating a wafer at a predetermined rate. Consequently, a photoresist solution is injected by homogeneity on a wafer according to a centrifugal force.

**[0005]** While manufacturing a semiconductor device, generally the process which heats a wafer includes four phases of processes. The 1st step is a reserve annealing (pre-baking) phase of heating a wafer at predetermined temperature and evaporating the organic substance or the foreign matter on the front face of a wafer. The 2nd step is a software-baking phase of heating a wafer, drying a photoresist and making a photoresist film adhering strongly on the surface of a wafer immediately after applying a photoresist to a wafer. The 3rd step is an after [ exposure ] baking phase of heating the exposed photoresist. As soon as the 4th step develops a photoresist film, it is a hard baking phase of making the photoresist pattern which heated the wafer and was generated adhering to a wafer front face strongly.

**[0006]** When an aligner possesses the ultraviolet-rays light source and the deep ultraviolet light source, light causes interference by the absorbance of the photoresist film with which it diffracts and the reflection factor and the refractive index, and light of a substrate like a wafer are irradiated.

Subsequently, the pattern gestalt of a photoresist becomes abnormal by the interference phenomenon, and the line breadth of a pattern becomes an ununiformity. The baking phase after exposure is performed so that said problem may be compensated.

[0007] The profile cross section of the pattern exposed by carrying out the rearrangement of the resin in which heated the photoresist film exposed in the baking phase after exposure at predetermined temperature, and the photolysis was carried out by thermal diffusion is washed. When using ultraviolet-rays light by exposure, the resist amplified chemically is used as a photoresist. The part in the resist amplified chemically changes to the acid condition which heat-treats and can be dissolved with a developer. Moreover, the heat which the resist amplified chemically changed with chain reactions, therefore was applied to the whole wafer in the baking phase after exposure at homogeneity has the biggest effect on making line breadth of a photoresist pattern into homogeneity.

[0008] Therefore, it is very important to heat the whole wafer front face to homogeneity in raising yield. As shown in drawing 1, the heating apparatus of the conventional baking unit contains the lower plate 2 installed in the electric heat source 21, i.e., a heater. The heater 21 is arranged just under the inferior surface of tongue of the up plate 1 which supports a wafer 100. If drawing 2 and drawing 3 are referred to, the screw type slot 22 is formed in the top face of said lower plate 2, and a heater 21 is fixed to said slot 22. The heat generated at the heater 21 is told to the up plate 1 with the lower plate 2, and such structure comes to heat the wafer 100 on the up plate 1. Moreover, by detecting the temperature of the up plate 1 using the thermo sensor (not shown) with which the lower plate 2 was equipped, the power of a heater 21 is controlled by the feedback method, and temperature is maintained by predetermined within the limits. The conventional heating apparatus transmits heat through each body of the up plate 1 and the lower plate 2. Therefore, as for the front face of the up plate 1, heat distribution becomes an ununiformity so that it may explain below.

[0009] Drawing 4 is the diagram which illustrated the temperature distribution in the front face of the wafer heated with the conventional heating apparatus, and the temperature gradient between the adjoining constant-temperature lines is about 0.02 degrees C. As illustrated to drawing 4, temperature distribution are irregular-like, and are distorted in abnormal, and the difference of the minimum temperature and a maximum temperature is about 1.76 degrees C. The thick constant-temperature line (A) passing through the core of a wafer expresses 145.31 degrees C, with a drawing, the constant-temperature line (B) expresses 146.28 degrees C, and the constant-temperature line (C) shows 144.32 degrees C with it. The temperature on the front face of a wafer rises to 146.28 degrees C in the periphery section of a rise wafer gradually by the 1 side of the thick constant-temperature line (A), becomes gradually low in other flanks of the thick constant-temperature line (A), and falls to 144.32 degrees C in other periphery sections of a wafer so that it may understand through such temperature distribution. Thus, irregular temperature distribution and a large temperature gradient have considerable effect on yield, as mentioned above. Therefore, the temperature distribution generated by heating a wafer using all approaches must be improved.

[0010] Drawing 5 is the temperature-time amount graph which showed the temperature change of the wafer heated with the conventional heating apparatus, and drawing 6 is the drawing in which the location which measured the temperature on the front face of a wafer was shown. Thermometry locations are the various points on two radii which are the core, and its core and this alignment on the front face of a wafer.

[0011] If change of the temperature read at the point mentioned above is referred to, as shown in drawing 5, temperature differs from the fixed time amount very much for every measurement point. Moreover, after predetermined time amount passes, temperature falls rapidly (being a drawing D area). Thus, a big temperature gradient comes to add the serious thermal shock not only for a wafer but the photoresist film formed on the wafer. Such a thermal shock has a bad influence on the physicochemical quality of a photoresist film.

[0012] Therefore, the conventional heating apparatus mentioned above blocks performing a photolithography process well in forming on a wafer the photoresist which has a normal-gestalt and uniform line breadth. Such a trouble is especially aggravated by the design of a pattern \*\*\*\*ing in the

demand to high integration of a circuit, and being made detailed one by one (for example, 0.25 micrometers, 0.18 micrometers, and 0.15 micrometers). Therefore, it has been a failure for the conventional heating apparatus to raise yield.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The 1st purpose of this invention is in consideration of the point mentioned above to offer the approach and equipment for heating a body like a wafer to homogeneity.

[0014] The 2nd purpose of this invention is to offer the approach and equipment for heating a wafer to homogeneity, in order to avoid the thermal shock added to the photoresist film formed on the wafer and the wafer or to minimize at least.

[0015] The 3rd purpose of this invention is to offer the approach and equipment for carrying out baking of the photoresist film on a wafer to homogeneity, in order to reduce line breadth change which avoided the added thermal shock, or minimized at least, and was induced by the thermal shock.

[0016]

[Means for Solving the Problem] According to the uniform voice of this invention, in the approach for heating a body to homogeneity, heat is supplied to the 1st solid-state heat transfer medium. Said heat is told to the fluid heat transfer medium divided with many evaporation holes with which it linked from said 1st solid-state heat transfer medium, and the liquid was built in, respectively. Said liquid evaporates in much steamy sections within said each evaporation hole with said heat, and the steamy section of said large number is guided in parallel up toward said body. By contacting the 2nd solid-state heat transfer medium, and heating said 2nd solid-state heat transfer medium, said steamy section transmits heat to said 2nd solid-state heat transfer medium. Said 2nd solid-state heat transfer medium touches said body thermally, and transmits said heat to said body.

[0017] On a wafer, in the approach for carrying out baking of the photoresist film, a photoresist solution is applied to a wafer and, according to other aspects of this invention, a photoresist film is formed. After exposing said photoresist film in light, said wafer is transported on a high temperature plate. With a high temperature plate, heat is supplied to the 1st solid-state heat transfer medium. Said heat is told to the fluid heat transfer medium divided into many evaporation holes with which it linked from the 1st solid-state heat transfer medium, and the liquid was built in, respectively. Said liquid evaporates in much steamy sections within each evaporation hole with said heat, and the steamy section of said large number is guided in parallel up toward said wafer. Said steamy section contacts the 2nd solid-state heat transfer medium, and transmits said heat to said 2nd solid-state heat transfer medium. Said 2nd heat transfer medium contacts said body thermally, and transmits said heat to said wafer.

[0018] An approach to have mentioned above for heating a wafer according to other aspects of this invention can also be used for forming a photoresist pattern again. After applying a photoresist solution on a wafer, said photoresist film is exposed in light like deep ultraviolet light. Said exposed photoresist film forms the 1st photoresist pattern which develops negatives and has the 1st opening of the 1st magnitude. Said wafer is heated at predetermined temperature by the heating approach mentioned above, and the 2nd photoresist pattern possessing the 2nd opening which is made to carry out a reflow of said 1st photoresist pattern, and has the 2nd magnitude smaller than said 1st magnitude is formed.

[0019] According to other aspects of this invention, the equipment for heating a body contains the 1st solid-state heat transfer medium and the fluid heat transfer medium which was divided into the evaporation hole of linked a large number, and was thermally combined with said 1st solid-state heat transfer medium. Said equipment contains further the 2nd heat transfer medium which is thermally combined with said fluid heat transfer medium, and contacts said body thermally. The evaporation hole of said large number is extended on the same flat surface between said 1st solid-state heat transfer medium and said 2nd solid-state heat transfer medium.

[0020] The equipment for heating a wafer according to other aspects of this invention contains the lower heat transfer medium of the solid-state thermally combined with the heater element and said heater element, the 1st solid-state heat transfer medium thermally combined with the top face of the lower heat transfer medium of said solid-state, and the 2nd solid-state heat transfer medium by which a wafer

wearing side is provided and the field of the opposite side of said wafer wearing side is thermally combined with said 1st solid-state heat transfer medium again. Said equipment contains further the fluid heat transfer medium formed with the evaporation hole of a large number linked by being located between said 1st solid-state heat transfer medium and said 2nd solid-state heat transfer medium.

[0021] The description, the advantage, etc. of above this inventions different from the purpose will become clear from explanation of the following which receives the suitable operation gestalt of this invention referred to next.

[0022]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, it explains to a detail to the desirable operation gestalt of this invention. First, if drawing 7 is referred to, the wafer heating apparatus by the 1st operation gestalt of this invention contains the fluid heat transfer medium 30 arranged between the solid-state heat transfer medium 10 which supports said wafer 100 to a contact direction with a wafer 100, a heat source 20, and said solid-state heat transfer medium 10 and said heat source 20.

[0023] The phase change of the condition of said fluid heat transfer medium 30 can be changed into a steamy condition in the state of a liquid by heating said medium in said heat source 20, and making said medium cool. Here, the arrow head in said solid-state heat transfer medium 10 and said heat source 20 expresses the migration direction of heat, and the arrow head in said fluid heat transfer medium 30 shows the migration direction of said fluid heat transfer medium 30. A part is in a steamy condition (vapor) among said fluid heat transfer media 30 contiguous to said solid-state heat transfer medium 10, and a part is in a liquid condition (liquid) among said fluid heat transfer media 30 which adjoined said heat source 20. Said fluid heat transfer medium 30 absorbs heat from said heat source 20, moves toward said solid-state heat transfer medium 10, and evaporates during migration. If the steam of said fluid heat transfer medium 30 contacts said solid-state heat transfer medium 10, the steam of said fluid heat transfer medium 30 will transmit heat to said solid-state heat transfer medium 10.

[0024] If said heat is told, the liquid which said steam was cooled and condensed and was generated will move towards said heat source 20. The process in which said fluid heat transfer medium 30 absorbs heat from said heat source 20, and heat is transmitted to said solid-state heat transfer medium 10 is a continuous cycle, and the phase change of said fluid heat transfer medium 30 produces it continuously in the meantime. The phase change of said fluid heat transfer medium is influenced by the critical temperature and the pressure of said fluid heat transfer medium.

[0025] Said heat transfer cycle is very early compared with said heat transfer cycle which produces in the closing space by this invention, and is generated with the conventional heating apparatus. It transmits to homogeneity, and heat is told at homogeneity to said fluid heat transfer medium of this invention by the front face of said solid-state heat transfer medium 10 with quick and said wafer 100 with which said solid-state heat transfer medium 10 is supporting said heat, as soon as heat is told to the front face of said solid-state heat transfer medium 10. Therefore, the front face of said wafer 100 is heated by quick and homogeneity with said heat, and is distributed over homogeneity over said solid-state heat transfer medium 10 whole.

[0026] As shown in drawing 8 and drawing 9, said heat source 20 includes the upper part and the lower heater block 201, 202 with which the heater 203 possessing the electric coil for heating and said heater 203 are built in. Said heater 203 is built more in the slot 204 formed in the inferior surface of tongue of said up heater block 201, or the top face of said lower heater block 202 at a detail.

[0027] According to the 2nd operation gestalt of this invention, the space where said fluid heat transfer medium 30 is built in can be divided into many areas as shown in drawing 10.

[0028] If drawing 10 is referred to, many partitions 301 will be installed between said solid-state heat transfer media 10 and said heat sources 20. Therefore, said fluid heat transfer medium 30 is located in said area divided by the partition 301 of said large number, and a phase change produces it in the independent space decided by the partition 301 of said large number.

[0029] Said partition 301 can also consist of grids 302 of a rectangle or the blow-hole configuration of a bee, as illustrated to drawing 11 (A) and drawing 11 (B). As for the cross section of the unit of said grid 302, it is desirable to constitute so that said unit may carry out the role of a capillary tube to said fluid



heat transfer medium 30.

[0030] If drawing 12 is referred to, according to the 3rd operation gestalt of this invention, the fireproof porous body 303 which has a discontinuity cross section will be offered in the unit of said grid 302 in contact with said heat source 20. Said fireproof porous body 303 is filled up with said fluid heat transfer medium 30. Therefore, said fluid heat transfer medium 30 contained in the cavity of said fireproof porous body 303 can be heated promptly, and can be evaporated. Moreover, said cavity carries out a capillary tube role, and promotes migration of said fluid heat transfer medium 30.

[0031] Apart from this, as shown in drawing 13, the fireproof porous body 303 by the 4th operation gestalt of this invention is a single object arranged between said solid-state heat transfer media 10 and said heat sources 20. In this case, said fireproof porous body 303 -- said heat source 20 and said solid-state heat transfer medium 10 -- the inside of all insides, said heat source 20, or said solid-state heat transfer medium 10 is pasted strongly.

[0032] Drawing 14 and drawing 15 show the heating apparatus by the 5th operation gestalt of this invention. In this operation gestalt, said solid-state heat transfer medium 10 is pasted up on said heat source 20, and the slot 101 where said fluid heat transfer medium 30 was built in is formed in the interface between said solid-state heat transfer media 10 and said heat sources 20.

[0033] Said especially slot 101 is formed in the base of said solid-state heat transfer medium 10. However, said slot 101 can also be formed in the front face of said heat source 20 in some environments. Said slot 101 can form a closing loop formation in the interface between said solid-state heat transfer media 10 and said heat sources 20, and can circulate through said fluid heat transfer medium 30 through said closing loop formation. Edge 101a of said slot 101 is wide opened on the side face of said solid-state heat transfer medium 10 or said heat source 20, and said fluid heat transfer medium 30 can be located in said slot 101. Open end section 101a of said slot 101 is sealed by plug 10a.

[0034] In the configuration mentioned above, while said fluid heat transfer medium 30 circulates along said slot 101, said fluid heat transfer medium 30 changes a phase by heat absorption and heat transfer, as mentioned above. The loop formation of said fluid heat transfer medium 30 is ended in the part which said solid-state heat transfer medium 10 and said heat source 10 touch directly mutually. Therefore, heat is further told to said solid-state heat transfer medium 10 from said heat source 20 through the contact surface of said solid-state heat transfer medium 10 and said heat source 20.

[0035] However, heat transfer through said fluid heat transfer medium 30 through which it circulates in said slot 101 advances at a rate far quicker than heat-transferring directly through the contact surface of said solid-state heat transfer medium 10 and said heat source 20.

[0036] On the other hand, said slot 101 can have a configuration other than the configuration of a single closing loop formation. That is, many slots 101 can be formed in said inferior surface of tongue of said solid-state heat transfer medium 10, or the front face of said heat source 20. The slot 101 of said large number is located in the clearance between the rectangles which cross said interface between said solid-state heat transfer media 10 and said heat sources 20. Each slot forms discontinuity closing space and changes the phase of said fluid heat transfer medium 30 in said discontinuity closing space.

[0037] Drawing 16 expresses the 6th operation gestalt of this invention, and as said slot 101 was mentioned above with said operation gestalt, much independent space is formed. If drawing 16 is referred to, many slots 101 will be formed in said up side of said heat source 20. The wall 104 which separates said slot 101 of each other has a triangle cross-section configuration. The top-most vertices of each triangle wall 104 touch said inferior surface of tongue of said solid-state heat transfer medium 10. By minimizing contact between said wall 104 and said solid-state heat transfer medium 10, heat transfer from said solid-state heat transfer medium 10 to said wall 104 is minimized.

[0038] Drawing 17 expresses the 7th operation gestalt of this invention, and the coronary object 102 is extended in said slot 101 with said operation gestalt. Said fluid heat transfer medium is built in in said coronary object 102. In the structure mentioned above, said slot 101 is extended in said closing loop formation in the interface between said solid-state heat transfer media 10 and said heat sources 20.

[0039] If drawing 18 is referred to, said coronary object 102 contains the pin 103 which touches said fluid heat transfer medium 30, in order to promote the phase change of said fluid heat transfer medium

30. Said pin 103 is extended by the shaft orientations of the direction to which said fluid heat transfer medium 30 moves in accordance with said coronary object 102. The porous layer which has predetermined thickness as an alternative of said pin 103 can be formed on the wall section of said coronary object 102.

[0040] As mentioned above, according to this invention, said fluid heat transfer medium must be what the phase can change between a steam and a liquid in the predetermined temperature requirement set up so that a wafer might be heated in a semi-conductor production process, for example, a photolithography process. If the point that the target temperature which heats a wafer is 200 degrees C and 300 degrees C is taken into consideration, said fluid heat transfer medium will be water, ethanol, a methanol, an acetone, ammonia, or Freon (trademark), and it will deal in it. However, said fluid heat transfer medium is not limited to water, ethanol, a methanol, an acetone, ammonia, or Freon (trademark).

[0041] Especially the thing for which the liquid used for the various operation gestalten of this invention is chosen is greatly influenced by the temperature requirement which heats a body. Although this invention was not limited, a lower table shows the various examples of the liquid which can be used in the displayed temperature requirement.

[Table 1]

-273℃~-120℃	-120℃~470℃	450℃~2700℃
ヘリウム アルゴン 窒素	水 エタノール メタノール アセトン アンモニア フレオン	セシウム ナトリウム リチウム

[0042] Moreover, selection of said charge of solid-state heat transfer medium material is greatly influenced with the liquid to be used. Although this invention was not limited, the next table shows the example of the ingredient to which the displayed fluid is recommended, or the ingredient not suiting.

[0043]

[Table 2]

	適合な材料	非適合な材料
アンモニア	アルミニウム、炭素鋼、 ステンレス鋼、ニッケル	銅
アセトン	アルミニウム、銅、 ステンレス鋼、シリカ	
メタノール	銅、ステンレス鋼、 ニッケル、シリカ	アルミニウム

[Table 3]

水	銅、 347ステンレス鋼	アルミニウム、ニッケル、 ステンレス鋼、炭素鋼、 インコネル(inconel)、 シリカ
テルミックス(Thermex)	銅、シリカ、 ステンレス鋼	

[0044] <Skin temperature distribution 1> drawing 19 and drawing 20 are the isothermal charts having shown skin temperature distribution of the wafer heated with the heating apparatus by 1 operation

gestalt of this invention. Said constant-temperature line is an annulus, the core of said wafer is an elevated temperature and said temperature becomes low by such uniform pattern that it starts in said core and moves toward the periphery section of said wafer so that said drawing may show. It is clear that it is more desirable than the isothermal distribution by which the isothermal distribution shown in drawing 20 was illustrated by drawing 19.

[0045] In the isothermal chart of drawing 19, the temperature gradient between a maximum temperature and the minimum temperature is 0.73 degrees C, the thick constant-temperature line expresses 155.63 degrees C, the temperature in said wafer core is 156.00 degrees C, and the minimum temperature of the wafer periphery section is 155.26 degrees C. In the isothermal chart of drawing 20, the temperature gradient between a maximum temperature and the minimum temperature is 0.72 degrees C, the thick constant-temperature line is 155.63 degrees C, the temperature in said wafer core is 155.96 degrees C, and the minimum temperature of said wafer periphery section is 155.32 degrees C.

[0046] It is uniform, and the temperature distribution on the front face of said wafer are results especially with as excellent 0.72 degrees C as the deflection between a maximum temperature and the minimum temperature, and 0.73 degrees C, and cannot gain in the conventional wafer heating apparatus so that drawing 19 and drawing 20 may show.

[0047] Drawing 21 is the graph which showed temperature-time amount change gained from many measurement points, while heating a wafer with the heating apparatus by 1 operation gestalt of this invention. As illustrated to drawing 21, after beginning heating, the temperature change by temperature rising rapidly and thermal vibration, i.e., time amount, passing is loose. Especially the rapid temperature reduction generated when using the conventional heating apparatus is not generated when carrying out the operation gestalt of this invention. The weak temperature change on said wafer and a small thermal vibration show that a very weak thermal shock is added to the photoresist film formed in said wafer and said wafer.

[0048] If a temperature anomaly heats a wafer stably very small according to said operation gestalt of this invention which was mentioned above, the reinforcement of the thermal shock added to the photoresist film on said wafer and its wafer will decrease fairly. Especially, said wafer can be heated by regular and uniform temperature distribution. Therefore, even when the design Ruhr of line breadth is 0.25 micrometers, 0.18 micrometers, or 0.15 micrometers, as this invention can form a more detailed pattern well, it can raise a circuit accumulation level, therefore yield is raised fairly.

[0049] Drawing 22 is the outline perspective view having shown the wafer heating apparatus by the 8th operation gestalt of this invention. If drawing 22 is referred to, the elevated-temperature plate 500 which functions as wafer heating apparatus will have the same wafer and magnitude which heat said main heat transfer object 510 and the lower heat transfer medium 520 including the lower heat transfer medium 520 of the main heat transfer object 510 and a solid-state, respectively, or it will be formed with a bigger circular plate. The lower heat transfer medium 520 of said solid-state is arranged under the inferior surface of tongue of said main heat transfer object 510.

[0050] The wafer with which the round and shallow slot 512 is formed and heated is received in the up side of said main heat transfer object 510. Moreover, the periphery section of said up side is provided with much wafer guides 513. Said wafer guide 513 guides said wafer, when a wafer is arranged on said slot 512. Said slot 512 decreases the ambient atmosphere which flows on said wafer, and makes low effect of said ambient atmosphere which is not desirable.

[0051] Drawing 23 is the sectional view of the elevated-temperature plate 500 taken along with the E-E' line of drawing 22. Drawing 24 is the enlarged drawing to which F part of drawing 23 was expanded.

[0052] If drawing 23 is referred to, said main heat transfer object 510 contains the 1st solid-state heat transfer medium 514 and the 2nd solid-state heat transfer medium 516. As for said heat transfer medium 514, 516, it is desirable to form by one and to form with a larger circular plate than the magnitude of a wafer. Said 1st solid-state heat transfer medium 514 is formed in the lower part of said main heat transfer object 510, and said 2nd solid-state heat transfer medium 516 is formed in the upper part of said main heat transfer object 510. As mentioned above, the slot 512 for receiving a wafer is formed in the upper part of said 2nd solid-state heat transfer medium 516.

[0053] As shown in the drawing, the paries-lateralis-orbitae section 518 of a ring configuration is formed in the outside periphery section of said 1st solid-state heat transfer medium 514 and said 2nd solid-state heat transfer medium 516. That is, said 1st solid-state heat transfer medium 514 and said 2nd solid-state heat transfer medium 516 are formed by one as said paries-lateralis-orbitae section 518. Moreover, the cavity 515 which forms a fluid heat transfer medium is limited between said 1st and 2nd heat transfer media 514,516.

[0054] Said cavity 515 is located under said slot 512, and the segmentum-laterale region has an approximate circle configuration. Diameter 2r of said cavity 515 is smaller than the diameter two R0 of said main heat transfer object 510 (or the 1st and 2nd heat transfer medium 514,516), and if it is said about 0.9 times diameter two R0, when carrying out baking of the photoresist film applied to the wafer, heat transfer which is not desirable will occur. If diameter 2r of said cavity exceeds 0.98 times of the diameter two R0 of said main heat transfer object 510, it will become difficult to manufacture said main heat transfer object 510 possessing a cavity 515. Therefore, as for diameter 2r of said cavity 515, it is desirable that they are about 0.9 of said main heat transfer object 510 diameter two R0 thru/or 0.98 times, and it is more desirable that they are about 0.94 of said diameter two R0 thru/or 0.98 times. Diameter 2r of said cavity 515 is about 225 thru/or 235mm as the diameter two R0 of said main heat transfer object 510 for heating a 8 inch wafer especially is 240mm, and it is about 230mm more clearly.

[0055] It divides by \*\*, such as the small evaporation holes 515a, 515b, and 515c of a large number which many internal division walls 530 were formed [ a large number ] in said cavity 515, and had the cavity 515 linked, and much steamy sections are guided in parallel from said 1st heat transfer medium 514 with said small evaporation hole at said 2nd heat transfer medium 516.

[0056] As illustrated to drawing 24 , the liquid 540 is arranged in said cavity 515. Each of \*\*, such as said evaporation holes 515a, 515b, and 515c which form said cavity 515, has the cross-section configuration in which the upper part curved. As soon as said liquid 540 accepts heat from said 1st solid-state heat transfer medium 514, it evaporates. Said liquid 542 which evaporated, i.e., a steam, is guided in parallel toward said 2nd solid-state heat transfer medium 516 by \*\*, such as said evaporation holes 515a, 515b, and 515c. While said steam 542 contacts said 2nd solid-state heat transfer medium 516 and transmits the latent heat to said 2nd solid-state heat transfer medium 516 at the topmost part of each cavity, a part is condensed in the state of a liquid. Said condensed liquid 544 returns to said 1st solid-state heat transfer medium 516 along the path formed in the inside (the curved head-lining section and the curved side-attachment-wall section) of said inside division wall 530.

[0057] While said liquid 540 evaporates and said steam 542 is condensed, heat transfer to said 2nd solid-state heat transfer medium 516 is succeedingly made by said 1st solid-state heat transfer medium 514, and heat is told at homogeneity to said 2nd solid-state heat transfer medium 516 from said 1st solid-state heat transfer medium 514.

[0058] As mentioned above, said cavity 515 is divided by many inside division walls 530 by \*\*, such as many small evaporation holes 515a, 515b, and 515c, and it shows in parallel the \*\*\*\* aforementioned steam 542, such as the small evaporation holes 515a, 515b, and 515c of said large number, to it toward said 2nd solid-state heat transfer medium 516.

[0059] If the volume which said liquid 540 occupied is less than about 15% of volume of said cavity 515, a steam may be generated insufficiently. If the volume which said liquid 540 occupied exceeds about 25% of the volume of said cavity 515 on the other hand, it will be unsuitable to mix the steam which the distance from said liquid 540 to said 2nd heat transfer medium 516 was short, and was generated, and, thereby, heat transfer will become an ununiformity. Therefore, about 15 of the volume of said cavity 515 thru/or 25% of the volume which said liquid 540 occupied is desirable, and it is more desirable that it is said 20% of cavernous 515 volume.

[0060] It is desirable to use a perfluorocarbon (perfluorocarbon) mold inert solvent as a liquid medium with this operation gestalt. There are \*\*, such as FC-72, FC-40, FC-43, and FC-70 (it is the trade name of the product which South Korean 3M, Inc. manufactured altogether), in the example of a perfluorocarbon (perfluorocarbon) mold inert solvent. Among these, a solvent with critical temperature (under atmospheric pressure) higher than the sum total which added 100 degrees C to target temperature

is desirable. For example, FC-40 solvent is 155 degrees C of boiling points, and the critical point is 270 degrees C.

[0061] 11mm is desirable although the thickness of the main heat transfer object 500 is about 10 thru/or 12mm. The width of face (W) of \*\*, such as said evaporation holes 515a, 515b, and 515c set that the thickness of said main heat transfer object 500 is 11mm by said inside division wall 530, is 5 thru/or 7mm, height (H) is 5 or 6mm, and 5.5mm of height (H) is [ width of face (W) ] desirably [ 6mm ] desirable [ width of face ].

[0062] By existence of \*\*, such as said evaporation holes 515a, 515b, and 515c, the thickness of said 1st solid-state heat transfer medium 514 can be changed within the limits of 2 thru/or 4mm, the thickness of said 2nd solid-state heat transfer medium 516 can be changed within the limits of 1 thru/or 2mm, and the thickness in a slot 512 has 1.5 desirablemm. Moreover, the thickness (Wp) of said inside division wall 530 can be changed within the limits of about 2 thru/or 3mm.

[0063] With this operation gestalt, the thickness of said 1st and 2nd solid-state heat transfer medium 514,516 is not limited to the thickness mentioned above as long as said main heat transfer object 510 was manufactured. As for the height (H) of said separated space 515, it is desirable that they are 0.4 of the thickness of said main heat transfer object 510 thru/or 0.6 times.

[0064] Drawing 25 is the sectional view having shown the operation gestalt of said main heat transfer object 510, and shows the layout of said inside division wall 530 especially.

[0065] If drawing 25 is referred to, the level area of said cavity 515 is circular so that it may be limited by said paries-lateralis-orbitae section 518. Moreover, many inside division walls 530 are formed in said cavity 515, are radials and divide said cavity 515 into \*\*, such as many evaporation holes 515a, 515b, and 515c, by the screw type (with or round shape).

[0066] Said especially inside division wall 530 is formed by the shape of a screw type in said cavity 515. Then, said inside division wall 530 is cut open to radial, and the mixed five radial path is formed in a periphery section side from the core of said main heat transfer object 510. Therefore, as illustrated to drawing 25, each spiral section is divided with five radial sectors, and the include angle theta 1 of each sector is about 72 degrees.

[0067] A reference mark 505 shows the \*\*\*\* hole prepared in order to combine said main heat transfer object 510 with the lower heat transfer medium 520 of said solid-state.

[0068] Drawing 26 is the sectional view having shown other operation gestalten of said main heat transfer object 510, and shows other layouts of said inside division wall 530 especially.

[0069] If drawing 26 is referred to, said inside division wall 530 is arranged with a concentric circle gestalt, and is further prepared in said cavity 515 from the inside division wall of the operation gestalt illustrated by drawing 25 at high density. That is, each circle of \*\*, such as said evaporation holes 515a, 515b, and 515c, is divided by 24 radial sectors with this operation gestalt, and the include angle theta 2 of each sector is about 15 degrees.

[0070] Said cavity 515 is divided more into a detail in the direction of a circle by \*\*, such as evaporation hole 515ca of many concentric circle configurations, 515cb, and 515 etc. cc. furthermore, \*\*\*\*, such as evaporation hole 515ca of a circle configuration, 515cb, and 515 etc. cc, -- respectively -- radial -- much arc evaporation hole 515ca1,515ca(s)2 and ... it is divided by \*\*, such as 515cb1,515cb2, ..., 515cc1,515cc2, and ...

[0071] Drawing 27 is the bottom view of the lower heat transfer medium 520 of said solid-state. As illustrated on said drawing, the screw type slot 522 is formed in the inferior surface of tongue of the lower heat transfer medium of said solid-state. A heater 524 like a heating coil is formed in the screw type slot 522. Said heater 524 is connected with a power source (not shown). If a current is impressed to said heater 524, heat will occur and the lower heat transfer medium 520 of said solid-state will be heated first.

[0072] When the periphery section of said main heat transfer object 520 contacts atmospheric air, the heat loss of many amounts occurs. Therefore, with the desirable operation gestalt of this invention, the pitch (Po) of the outside periphery section (place whose Ro a radius r is larger than about 0.75 Ro(es), and is the radius of said main heat transfer object 510) of lower heat transfer medium 520 base of said

solid-state is shorter than the pitch ( $P_c$ ) in a core. Said configuration compensates the heat loss in said periphery section. As for the pitch ( $P_o$ ) in the outside periphery section, according to experience of this invention person, it is desirable that they are 0.1 of the pitch ( $P_c$ ) of a core thru/or 0.5 times.

[0073] Hereafter, it explains to a detail to a wafer heating mechanism. First, a current is supplied to said heater 524 formed in the screw type slot 522 of the base of the lower heat transfer medium 520 of said solid-state, and heat is generated. Said heat is transmitted to the lower heat transfer medium 520 of said solid-state which touches said 1st solid-state heat transfer medium 514.

[0074] Then, said heat is transmitted to said 1st solid-state heat transfer medium 514 by the lower heat transfer medium 510 of said solid-state.

[0075] On said 1st solid-state heat transfer medium 514, the cavity 515 where the liquid 540 was built in, the paries-lateralis-orbitae section 518, and many inside division walls 530 are formed.

[0076] Said heat is conducted through said paries-lateralis-orbitae section 518 and said inside division wall 530, and said heat is transmitted to said 2nd solid-state heat transfer medium 516 by said 1st solid-state heat transfer medium 514. However, such heat conduction is very small compared with heat transfer through said liquid 540 built in said cavity 515.

[0077] That is, the heat of the greater part of said 1st solid-state heat transfer medium 514 is used to heat said liquid 540, and evaporates said liquid 540 in the state of a steam. Said steam is guided in parallel up toward said 2nd solid-state heat transfer medium 516, and transmits heat to said 2nd solid-state heat transfer medium 516 possessing the slot 512 for receiving a wafer.

[0078] If drawing 25 and drawing 26 are referred to, said inside division wall 530 is formed by the arc. Said inside division wall 530 divides said cavity 515 by radial and the circumferencial direction (the direction of a spiral) by \*\*, such as many evaporation holes 515a, 515b, and 515c. Therefore, if a steam moves upward, it will be mixed with the steam which moves from the evaporation hole with which the part adjoined, and the steam of \*\*\*\*, such as said evaporation holes 515a, 515b, and 515c, will contribute to making it temperature distribution become homogeneity, and will transmit said heat to said 2nd solid-state heat transfer medium 516 at homogeneity.

[0079] Moreover, the up side of \*\*\*\*\*, such as said evaporation holes 515a, 515b, and 515c, is the configuration (or it is circular) in which the cross section curved. If each steamy section guided by said inside division wall 530 arrives at the up side of \*\*, such as said evaporation holes 515a, 515b, and 515c, and contacts said 2nd solid-state heat transfer medium 516, a part will be condensed by the liquid, and said steam will generate the latent heat to said 2nd solid-state heat transfer medium 516, and will heat said 2nd solid-state heat transfer medium 516. Then, said condensed liquid 544 returns to said 1st solid-state heat transfer medium 514, and accepts heat from said 1st solid-state heat transfer medium 514.

[0080] The steam only cooled on the other hand, without being condensed circulates too toward said 1st solid-state heat transfer medium 514. Then, the steam which returned contacts the 1st solid-state heat transfer medium 514, absorbs heat again, and is guided up toward said 2nd solid-state heat transfer medium 516. That is, heat transfer is performed by the convection current.

[0081] As illustrated to drawing 25 and drawing 26, a steamy mixing path reaches in said direction of the periphery section with a radial pattern gestalt from said core, and is formed in the circumferencial direction. Since open steam is mixable from the core of said main heat transfer object 510 to radial toward the periphery section, the temperature gradient of the steam in the core and the periphery section of said main heat transfer object 510 can be reduced fairly.

[0082] As mentioned above, the 2nd solid-state heat transfer medium 516 accepts heat through said evaporation hole from said 1st solid-state heat transfer medium 514. Therefore, the heated solid-state heat transfer medium 516 contacts the wafer located in the slot 512. By the very thing, heat is transmitted to said wafer from the solid-state heat transfer medium 516 heated by homogeneity, and said wafer is heated to homogeneity to predetermined temperature.

[0083] A heat block is the sectional view of the heat transfer medium to which the lower part adheres, and drawing 28 thru/or drawing 30 are the isothermal charts for illustrating especially temperature distribution.



[0084] It is illustrated that the conventional heat transfer medium illustrated drawing 28 to drawing 1 and drawing 2. As illustrated to drawing 28, the observed mixed temperature was 152.447 degrees C, and the minimum temperature was 151.566 degrees C.

[0085] The cavity is formed in Mizoshita and drawing 29 illustrates 1 operation gestalt of this invention to which a pitch possesses a heating coil into a regular slot. As shown in said drawing, the observed maximum temperature was 152.769 degrees C, and the minimum temperature was 151.259 degrees C.

[0086] The cavity which has said diameter about 0.96 times the diameter of a main heat transfer object is formed, and drawing 30 illustrates other operation gestalten of this invention to which the pitch in the periphery section possesses a heating coil into a slot shorter than a core. As illustrated on said drawing, the observed maximum temperature was 152.765 degrees C, and the minimum temperature was 151.492 degrees C.

[0087] As illustrated on the drawing, the temperature distribution in the elevated-temperature plate of drawing 30 are the most uniform, and temperature distribution are uniform in order of the elevated-temperature plate of drawing 29, and the elevated-temperature plate of drawing 28.

[0088] Drawing 31 is the graph which illustrated the temperature distribution on the top face of the maximum of drawing 28 thru/or the main heat transfer object of drawing 30. The line connected with the triangle by drawing 31 is obtained from said main heat transfer object of drawing 28. The line connected with the circle is obtained from said main heat transfer object of drawing 29. The line connected with the rectangle is obtained from said main heat transfer object of drawing 30.

[0089] The more uniform temperature distribution on the top face of the maximum of said main heat transfer object can obtain from this invention so that drawing 31 may show. Moreover, the temperature distribution on the top face of the maximum are further improved by making a cavity increase and reducing the pitch of the heater element in the periphery section.

[0090] <Photoresist pattern formation> drawing 32 (A) thru/or drawing 32 (D) are the sectional views which illustrated the approach for forming a photoresist pattern according to 1 operation gestalt of this invention using said heating apparatus.

[0091] If drawing 32 (A) is referred to, the positive type photoresist constituent containing novolak resin will be applied to the silicon wafer 610 using a spin applicator, and the photoresist film 612 will be formed. Then, software baking of said photoresist film 612 is carried out for 60 seconds at 90 thru/or 120 degrees C using the conventional elevated-temperature plate. The thickness of said photoresist film 612 is 0.8 thru/or 0.9 micrometers.

[0092] If drawing 32 (B) is referred to, said photoresist film 612 will be alternatively exposed in the deep ultraviolet light 614 using a stepper and a photo mask (not shown). After that, as illustrated by the heating approach and drawing 22 by this invention, and drawing 26, post baking of said exposed photoresist film 612 is carried out using the main heat transfer object 510. At the temperature of 140 degrees C thru/or 150 degrees C, said post baking does not have 30 and is carried out for 90 seconds.

[0093] If drawing 32 (C) is referred to, said exposed photoresist film 612 will be developed for 1 minute using a developer, and the part to which wash for about 30 seconds, and it was made to dry after that using water, and said photoresist film was exposed will be removed. 1st photoresist pattern 612a is formed so that the opening 616 of the 1st magnitude in which said some of silicon wafers 610 can be exposed may be provided.

[0094] If drawing 32 (D) is referred to, at the temperature of about 140 degrees C thru/or 160 degrees C, about 1 minute cannot be found and said 1st photoresist pattern 612 will be heated for 3 minutes. At this time, the elevated-temperature plate which includes the main heat transfer object 510 as illustrated by the heating approach and drawing 22 by this invention, and drawing 26 is used further. Then, a reflow of the 1st photoresist pattern 612 is carried out, and last photoresist pattern 612b (a dotted line illustrates) possessing 2nd opening 616a of the 2nd opening magnitude smaller than the 1st opening magnitude of said 1st photoresist pattern 612a is formed.

[0095] <Skin temperature measurement of wafer> drawing 33 is the isothermal chart showing skin temperature distribution of the wafer heated using said main heat transfer object shown in drawing 25. In drawing 33, the temperature gradient between the 1 constant-temperature line and the constant-

temperature line which adjoined it is 0.04 degrees C. In a drawing, a maximum temperature is 155.02 degrees C in the core of said wafer, and the minimum temperature is 153.91 degrees C in the periphery section of said wafer. A temperature requirement (temperature gradient between a maximum temperature and the minimum temperature) is 0.97 degrees C. The mean temperature displayed with the thick constant-temperature line is 154.65 degrees C, and the standard deviation of skin temperature is 0.31 degrees C.

[0096] Drawing 34 is the isothermal chart having shown skin temperature distribution of the wafer heated using said main heat transfer object illustrated to drawing 26. In drawing 34, the temperature gradient between the 1 constant-temperature line and the constant-temperature line which adjoined it is 0.03 degrees C. In said drawing, a maximum temperature is 137.97 degrees C in the core of said wafer, and the minimum temperature is 137.42 degrees C in the periphery section of said wafer. A temperature requirement (temperature gradient between a maximum temperature and the minimum temperature) is 0.55 degrees C. The mean temperature displayed with the thick constant-temperature line is 137.68 degrees C, and the standard deviation of skin temperature is 0.15 degrees C.

[0097] If radial divides a cavity 515 into high density like drawing 26 at an inside division wall so that it may understand through the comparison of drawing 33 and drawing 34, more uniform temperature distribution can be acquired. As a result of many experiences, \*\*, such as the evaporation holes 515a, 515b, and 515c, were divided into radial with 18 pieces thru/or 36 sectors, 20 degrees, 10 thru/or setting up at 15 degrees more desirably and making a temperature requirement smaller than 0.6 degrees C were defined, and, as for the include angle of each sector, more uniform temperature distribution were able to be acquired according to it.

[0098] If <line breadth measurement after carrying out after [ exposure ] baking of photoresist pattern> drawing 32 (A) is referred to, on a wafer 610, a photoresist solution will be applied, a photoresist layer 612 will be formed, and reserve annealing of the generated photoresist layer 612 will be carried out for about 60 seconds at 110 degrees C.

[0099] Then, as illustrated to drawing 32 (B), said photoresist layer 612 was exposed in the deep ultraviolet light 614. At this time, the mask which has a pattern for forming a 135nm (target line breadth) contact hole was used. Post baking of said exposed photoresist layer 612 was carried out. At this time, the elevated-temperature plate including the main heat transfer object 510 which was illustrated to drawing 22 and drawing 26 was used. In order to manufacture the main heat transfer object 510, the 1st and 2nd solid-state heat transfer medium 514, 516, the paries-lateralis-orbitae section 518, and the inside division wall 530 were manufactured using the aluminium alloy. FC-40 (product name which is South Korean 3M company) whose a boiling point is about 155 degrees C and whose critical temperature is about 270 degrees C as a liquid 540 was chosen. After forming said main heat transfer object 510, said cavity 515 was made into the vacuum to 107Torr(s), and about 20% of the volume of said cavity 515 was filled with said liquid 540 after that. Then, said cavity 515 was sealed.

[0100] After that, as shown in drawing 32 (c), the 1st photoresist pattern 612 which develops said exposed photoresist layer 612 and has the 1st opening 616 was formed.

[0101] Drawing 35 is the line breadth distribution diagram of the 1st opening gained after developing the photoresist film exposed by carrying out post baking using said main heat transfer medium, as illustrated to drawing 22 and drawing 26.

[0102] When the elevated-temperature plate by this invention was used, the maximum line breadth and minimum line width were 140nm and 129nm, respectively. Moreover, average line breadth was 135nm and the line breadth range was 11nm. When the permission line breadth range was set up by 120 thru/or 150nm, the magnitude of all the measured contact holes went into permission line breadth within the limits.

[0103] When referring to <line breadth measurement of photoresist pattern after carrying out reflow of photoresist pattern> drawing 32 (A), the photoresist solution was applied to the wafer 610, the photoresist layer 612 was formed, and reserve annealing was carried out for the gained photoresist layer 612 for about 60 seconds at the temperature of 110 degrees C.

[0104] Then, as illustrated to drawing 32 (B), the photoresist layer 612 was exposed in the deep

ultraviolet light 614. At this time, the mask with the pattern for forming a 185nm contact hole was used. Post baking of said exposed photoresist layer 612 was carried out. At this time, the elevated-temperature plate including the main heat transfer object which was illustrated to drawing 22 and drawing 26 was used. Said elevated-temperature plate is the same as what was used for measuring the line breadth mentioned above after carrying out after [ exposure ] baking of said photoresist pattern.

[0105] 1st photoresistor pattern 612a which has the 1st opening 616 as said exposed photoresist layer 612 is developed and it was shown in drawing 32 (C) was formed. Then, 1st photoresist pattern 612a was heated for 2 minutes at the temperature of 150 degrees C. The same elevated-temperature plate was used at this time. Consequently, as illustrated to drawing 31 D, 2nd photoresist pattern 612b which has 2nd opening 616a with magnitude smaller than said 1st opening 616 was gained.

[0106] In order to compare, both of the same procedures were carried out in the post baking phase and the reflow phase using the conventional elevated-temperature plate. That is, the elevated-temperature plate of drawing 1 and drawing 2 was used instead of the elevated-temperature plate by this invention.

[0107] The line breadth (magnitude) of said 2nd opening was measured by one map unit over the whole wafer.

[0108] Drawing 36 is the line breadth distribution diagram of the 2nd opening gained using the conventional main heat transfer medium illustrated to drawing 1 and drawing 2. Drawing 37 is the line breadth distribution diagram gained using the main heat transfer medium of this invention illustrated to drawing 22 and drawing 26.

[0109] When using the conventional elevated-temperature plate so that drawing 36 may show, the maximum line breadth and minimum line width were 201nm and 159nm, respectively. Moreover, average line breadth was 177nm and the line breadth range was 43nm.

[0110] When using the elevated-temperature plate by this invention, the maximum line breadth and minimum line width were 205nm and 182nm, respectively. Moreover, as shown in drawing 37, average line breadth was 194nm and the line breadth range was 23nm.

[0111] As mentioned above, it can turn out that the line breadth range has been improved from 42nm to 23nm.

[0112] If a wafer is heated by the heating approach of this invention as mentioned above, a temperature anomaly can heat less than 1 degree C of said wafers to homogeneity so that it may become less than 0.6 degrees C desirably.

[0113]

[Effect of the Invention] Therefore, the thermal shock added to the photoresist film applied to said wafer and its front face can be decreased greatly. As a result, when using the heating approach of this invention, and equipment in the baking phase after exposure, the photoresist pattern which has uniform magnitude can be formed on said wafer. Moreover, a detailed photoresist pattern can be formed in carrying out a reflow of said photoresist pattern, using the heating approach of this invention, and equipment effectively.

[0114] Other fields which heat the body of a monotonous configuration to homogeneity can be used for the heating approach of this invention, and equipment. Of course, the semi-conductor field which needs to heat a wafer to homogeneity can also use the heating approach of this invention, and equipment effectively.

[0115] This invention is not limited by the operation gestalt, but although the operation gestalt explained this invention to the detail, it could correct or change this invention, without leaving the thought and pneuma of this invention, if it has the usual knowledge in the technical field to which this invention belongs.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**CLAIMS**

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The phase which supplies heat to the 1st solid heat transfer medium, and the phase of transmitting said heat to a fluid heat transfer medium from said 1st solid-state heat transfer medium, The phase of transmitting said heat to the 2nd solid-state heat transfer medium by connecting the 2nd solid-state heat transfer medium with the steamy section, and heating said 2nd solid-state heat transfer medium, And it comes to contain the phase of connecting thermally said 2nd solid-state heat transfer medium and body, and transmitting said heat to said body from said 2nd solid-state heat transfer medium. Said fluid heat transfer medium is divided by the evaporation hole of a large number which were linked and built in the liquid, respectively. It is an approach for said liquid evaporating with said heat in a majority of each steamy section in the evaporation hole of said large number, and heating to homogeneity the body characterized by guiding the steamy section of said large number in parallel up toward a body.

[Claim 2] The approach for heating to homogeneity the body according to claim 1 characterized by including further the phase of connecting thermally the phase of generating said heat, the phase of transmitting said heat to a lower solid-state heat transfer medium, and heating the solid-state heat transfer medium of said lower part and the solid-state heat transfer medium of said lower part, and said 1st solid-state heat transfer medium, and transmitting said heat to said 1st solid-state heat transfer medium.

[Claim 3] It is an approach for the upper part of each evaporation hole of said large number having the curved cross-section configuration, and heating to homogeneity the body according to claim 1 characterized by the evaporator of said large number touching said 2nd solid-state heat transfer medium in the upper part of each evaporation hole of said large number.

[Claim 4] It is an approach for a part being condensed, and the steamy section of said large number generating the latent heat, and heating to homogeneity the body according to claim 3 characterized by telling said latent heat to said 2nd solid-state heat transfer medium.

[Claim 5] Said liquid is an approach for evaporating repetitively in said steamy section and heating to homogeneity the body according to claim 1 characterized by condensing said steamy section repetitively in the state of said liquid, and circulating through it with said each of evaporation hole of said fluid heat transfer medium, including further the phase which condenses the steamy section of said large number, and is reproduced with said liquid.

[Claim 6] Said each of steamy section is an approach for heating to homogeneity the body according to claim 1 characterized by being mixed with the steam built in the evaporation hole with which said fluid heat transfer medium adjoined while showing around up toward said body by the partial target.

[Claim 7] It is an approach for heating to homogeneity the body according to claim 6 characterized by being mixed with the steamy section built in in the evaporation hole with which the periphery edge of said fluid heat transfer medium is circular with the hole, and said each of steamy section adjoined radial or a circumferencial direction.

[Claim 8] It is an approach for heating to homogeneity the body according to claim 1 characterized by

the periphery edge of said fluid heat transfer medium being circular, being divided into many the concentric circles or screw type circles of an evaporation hole of said large number, and dividing said concentric circle or a screw type circle with many radial sectors.

[Claim 9] The sector angle of each radial sector of said large number is an approach for heating to homogeneity the body according to claim 8 characterized by being about 10 thru/or 20 degrees.

[Claim 10] Said body is an approach for heating to homogeneity the body according to claim 1 characterized by being the photoresist film applied on the wafer.

[Claim 11] It is an approach for said liquid being the inert solvent of perfluorocarbon and heating to homogeneity the body according to claim 1 characterized by the critical temperature being higher than the temperature which added 100 degrees C to objective target temperature under atmospheric pressure.

[Claim 12] The phase which applies a photoresist solution to a wafer and forms a photoresist film, The phase of exposing said photoresist film in light, and the phase which supplies heat to the 1st solid-state heat transfer medium, The phase of transmitting said heat to a fluid heat transfer medium from said 1st solid-state heat transfer medium, and by contacting the steamy section to the 2nd solid-state heat transfer medium, and heating said 2nd solid-state heat transfer medium By contacting thermally the phase of transmitting said heat to said 2nd solid-state heat transfer medium and said 2nd solid-state heat transfer medium, and said wafer, and transmitting said heat to said wafer from said 2nd solid-state heat transfer medium It comes to contain the phase which carries out baking of said photoresist film on said wafer. Said fluid heat transfer medium It is divided by the evaporation hole of a large number which are linked and build in the liquid, respectively, and said liquid evaporates in much steamy sections in said each evaporation hole with said heat. The steamy section of said large number is an approach for carrying out baking of the photoresist film on the wafer characterized by showing around in parallel up toward said wafer.

[Claim 13] Said light is an approach for carrying out baking of the photoresist film on the wafer according to claim 12 characterized by being deep ultraviolet light.

[Claim 14] Said photoresist film is an approach for carrying out baking of the photoresist film on the wafer according to claim 12 characterized by 0.5 thru/or carrying out baking for 1.5 minutes at about 140 thru/or the temperature of 150 degrees C.

[Claim 15] The phase which applies a photoresist solution and forms a photoresist film on a wafer, The phase of exposing said photoresist film in light, and the phase which forms the 1st photoresist pattern which develops said exposed photoresist film and has the 1st opening of the 1st magnitude, And the phase which forms the 2nd photoresist pattern which is made to carry out a reflow of said 1st photoresist pattern, and has the 2nd opening of the 2nd magnitude smaller than said 1st opening is included. The phase of carrying out a reflow of said 1st photoresist pattern The phase which supplies heat to the 1st solid-state heat transfer medium, the phase of transmitting said heat to a fluid heat transfer medium from said 1st solid-state heat transfer medium, and by contacting the steamy section to the 2nd solid-state heat transfer medium, and heating said 2nd solid-state heat transfer medium By contacting thermally the phase of transmitting said heat to said 2nd solid-state heat transfer medium and said 2nd solid-state heat transfer medium, and said wafer, and transmitting said heat to said wafer from said 2nd solid-state heat transfer medium The phase heated so that a reflow of said 1st photoresist may be carried out is included. Said fluid heat transfer medium is divided by the evaporation hole of a large number which were linked and built in the liquid, respectively. It is an approach for said liquid evaporating in much steamy sections within said each evaporation hole with said heat, and forming the photoresist pattern characterized by guiding the steamy section of said large number in parallel up toward said wafer.

[Claim 16] The 1st solid-state heat transfer medium and the fluid heat transfer medium which was divided by the evaporation hole of linked a large number, and was thermally combined with said 1st solid-state heat transfer medium, And the evaporation hole of said large number is equipment for heating the body characterized by being extended at the same flat surface between said 1st solid-state heat transfer medium and the 2nd solid-state heat transfer medium including the 2nd solid-state heat transfer medium which is thermally combined with said fluid heat transfer medium, and touches said body thermally.

[Claim 17] Equipment for heating the body according to claim 16 characterized by providing further the liquid sealed in the evaporation hole of a majority of said fluid heat transfer media.

[Claim 18] Equipment for heating the body according to claim 16 characterized by providing further the lower heat transfer medium of the solid-state thermally combined between a heater element and said heater element, and said 1st solid-state heat transfer medium.

[Claim 19] Said heater element is equipment for heating the body according to claim 18 characterized by building at least a part in the slot formed in the inferior surface of tongue of the lower heat transfer medium of said solid-state.

[Claim 20] It is equipment for said slot being a screw type-like, and heating the body according to claim 19 characterized by the short thing in a periphery edge rather than it can set the pitch of the shape of said screw type to the core of said inferior surface of tongue.

[Claim 21] Said 2nd solid-state heat transfer medium is equipment for heating the body according to claim 16 characterized by being formed by said 1st solid-state heat transfer medium and one.

[Claim 22] Said 1st and 2nd solid-state heat transfer medium and said fluid heat transfer medium are circular and equipment for heating the body according to claim 16 characterized by being a flat-surface configuration, respectively.

[Claim 23] The diameter of said fluid heat transfer medium is equipment for heating the body according to claim 22 characterized by being about 0.9 of the diameter of said 1st and 2nd solid-state heat transfer medium thru/or 0.98 times.

[Claim 24] Said fluid heat transfer medium is equipment for heating the body according to claim 22 characterized by being divided with many concentric circles or screw type circles circular [ periphery ] and divided with many radial sectors of the evaporation hole of said large number.

[Claim 25] It is equipment for heating the body according to claim 17 characterized by the occupancy volume of said liquid being about 15 of the fluid heat transfer medium volume thru/or 25% within said fluid heat transfer medium.

[Claim 26] The thickness of said fluid heat transfer medium is equipment for heating the body according to claim 16 characterized by being about 40 of the total thickness of said 1st and 2nd solid-state heat transfer medium and said fluid heat transfer medium thru/or 60%.

[Claim 27] It is equipment for said fluid being the inert solvent of perfluorocarbon and heating the body according to claim 17 characterized by the critical temperature being higher than the temperature which added 100 degrees C to objective target temperature under atmospheric pressure.

[Claim 28] A heater element and the lower heat transfer medium of the solid-state thermally combined with said heater element, The 1st solid-state heat transfer medium thermally combined with the top face of the lower heat transfer medium of said solid-state, The 2nd solid-state heat transfer medium by which a wafer wearing side is provided and the field of the opposite side of said wafer wearing side is thermally combined with said 1st solid-state heat transfer medium, And equipment for heating the wafer characterized by providing the fluid heat transfer medium limited with the evaporation hole of a large number which were formed between said 1st and 2nd solid-state heat transfer media, and were linked.

[Claim 29] It is equipment for the evaporation hole of said large number being divided with many concentric circles or screw type circles, and heating the wafer according to claim 28 characterized by dividing said concentric circle or a screw type circle with many radial sectors.

[Claim 30] Equipment for heating the wafer according to claim 29 characterized by providing further the liquid sealed in the evaporation hole of said large number.

[Claim 31] Said 1st and 2nd solid-state heat transfer medium is equipment for heating the wafer according to claim 29 characterized by being circular and the diameter being larger than the diameter of said wafer wearing side.

[Claim 32] Said 1st and 2nd solid-state heat transfer medium is equipment for heating the wafer according to claim 31 characterized by being formed by one.

[Claim 33] Said heater element is equipment for heating the wafer according to claim 28 characterized by being arranged in the screw type slot formed in the inferior surface of tongue of the lower heat transfer medium of said solid-state.

[Claim 34] The upper part of each evaporation hole of said large number is an approach for heating the wafer according to claim 28 characterized by having the curved cross-section configuration.

---

[Translation done.]



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.